

*Hobart Jones*

MAGYAR

# Geofizika



A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE FOLYÓIRATA  
BUDAPEST, 1972. XIII. ÉVFOLYAM, 4—5. SZÁM

**MAGYAR GEOFIZIKA**  
**a MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE folyóirata**

**XIII. évfolyam**

**4 – 5. szám**

**Szerkesztőség**

Magyar Geofizikusok Egyesülete  
Budapest V., Szabadság tér 17.  
Telefon: 118–476

**TARTALOMJEGYZÉK**

**Felelős szerkesztő**

**Dr. SEBESTYÉN KÁROLY**

**Szerkesztő bizottság**

**CZEGLÉDI ISTVÁN**  
**Dr. POSGAY KÁROLY**  
**RÁDLER BÉLA**  
**Dr. RENNER JÁNOS**

**Felelős kiadó**

**SALA SÁNDOR**  
igazgató

<i>Rybár István: Vizsgálatok az Eötvös-inga csillapítási ideje csökkenésének, megbízhatóságának és a torziós szálak preparálásának problémáiról</i>	129
<i>Göncz Gábor – Késmárky István: Interpolációs operátor tervezése a hiba első abszolút momentuma alapján</i>	142
<i>Csapó János – Véges István: Az OKGT Geofizikai Kutatási Üzem TIOPS–880/A digitális szeizmikus adatfeldolgozó központjának ismertetése</i>	148
<i>Zilahai – Sebess László: Az Eötvös Loránd Geofizikai Intézetben működő MINSZK–32 számítógép</i>	157
<i>Varga Gyula: A CDC 3300 számítógép és a rajta végzett geofizikai számítások ismertetése</i>	161
<i>Verő József: A HP 2114B számítógép és a rajta végzett geofizikai számítások ismertetése</i>	164
<i>Meskó Attila: Az ELTE Geofizikai Tanszékén használt számítógépek és a velük végzett munka ismertetése</i>	167
<b>ANKÉT a geofizikában alkalmazott hazai számítógépekről; hozzászólók: Ádám Antal, Gálfi János, Laczkovics József</b>	171
<i>Formán Jánosné – Lantos Miklós – Nagy Zoltán: A medenceszerkezet vizsgálata magnetotellurikus mérésekkel a Hanságnál</i>	175
<i>Fabianics László – Lantos Miklós: Felszíni geofizikai vizsgálatok az uzsabányai bazaltelfordulásokon</i>	180
<i>Wein György: A Kisalföld neogén aljazatának szerkezet-földtani vázolata</i>	187
<i>Ádám Antal: A Magyar Medencében mért MT szondázási görbék értelmezési kérdései. Változások a jólvezető rétegek mélységében, regionális és lokális hatások</i>	198
Egyesületi hírek	156, 208
Lapszemle	141, 147, 160, 166, 174, 179, 186

**Index: 26 507**

**MAGYAR GEOFIZIKA**

Felelős szerkesztő: Dr. Sebestyén Károly

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest VII., Lenin körút 9–11. Telefon: 221–293

Felelős kiadó: Sala Sándor igazgató

Terjeszti: **MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE**

Megjelenik évente hatszor

Megrendelhető egész évre 60,— Ft előfizetési áron, mely összeg a MTESZ 232–90171–2494

csekk számlájára fizetendő be. Egyesületi tagoknak tagdíj ellenében

72.1118. Állami Nyomda, Budapest



# Vizsgálatok az Eötvös-inga csillapítási ideje csökkentésének, megbízhatóságának és a torziós szálak preparálásának problémáiról

RYBÁR ISTVÁN

*Az alábbi cikket, mely Eötvös kiváló tanítványának és munkássága folytatójának fenti tárgyú vizsgálatairól összefoglaló képet ad, még a szerző 85. születésnapja alkalmából magának a szerzőnek a közreműködésével szándékoztunk közzéadni, az Ő halála azonban a közlést megakadályozta. A cikket most a szerzőnek az MTA Műszaki Tudományok Osztályának Közleményeiben megjelent tanulmányai alapján állítottuk össze.*

*Настоящую статью, дающую обзор исследований, проведенных выдающимся учеником Этвеша и продолжателем его деятельности, предполагалось опубликовать по случаю 85-летия со дня рождения автора, при его личном содействии. Однако, наступившая между тем смерть автора препятствовала выполнению этого плана и данная статья была представлена по работам автора, опубликованным в Бюллетене Отдела технических наук АН БНР.*

*Die Redaktion beabsichtigte – aus der Gelegenheit des 85.-sten Geburtstages des illustren Forschers, Schülers und Nachfolgers von Eötvös – den folgenden Absatz, welcher die im Titel berührten Untersuchungen des Verfassers zusammenfassend darstellt, noch in Zusammenarbeit mit ihm zu veröffentlichen, dies wurde aber durch den Tod von Rybár verhindert. Die hier folgende Darstellung folgt seinen in den Veröffentlichungen der Abteilung für Technische Wissenschaften der Ungarischen Akademie der Wissenschaften erschienenen Mitteilungen.*

## I. Az Eötvös-inga csillapodási idejének csökkentése

A ma használatos Eötvös-inga csillapodási ideje 40 perc. Rendkívül kíváncsatos, hogy ez az idő jelentékenyen kisebbsítették.

A csillapodási idő csökkentése régi törekvés. Ez irányban történt is már valamelyes haladás, amennyiben az Eötvös idejében használatban volt ingák egyórás csillapodási idejét a mai ingáknál 40 percre sikerült csökkenteni.

### *A lengőrendszer csillapodási ideje és lengésideje közötti összefüggés*

Mindenekelőtt vizsgáljuk meg, hogy a lengőrendszer (pl. az Eötvös-inga) csillapodási ideje mily tényezőktől függ

Csillapodási idő alatt azt az időtartamot értjük, amely az inga mozgásba hozatala után eltelik addig, amíg az inga nyugalomba jön, szabatosan kifejezve, amíg az ingának a nyugalmi állásától való kitérése kisebb és kisebb marad, mint a leolvasással mérhető legkisebb kitérés, ami az Eötvös-ingánál egy tízed skálarész.

A csillapodási idő két részből tevődik össze. Ha az ingát mozgásba hozzuk, pl. ha az ingát az egyik azimutból a következőbe állítjuk, akkor az inga lengőrendszere az ütközők között azokhoz ütközve és állandóan csillapodva ide-oda mozog, majd az utolsó ütközés után kizárólag a lengőrendszerre működő irányító erők és csillapító erők hatása alatt végzi mozgását. Az első részt előfázisnak nevezem. Ezalatt azt az időt értem, amely az inga mozgásba hozatalától az inga lengőjének az ütközőkkel történő utolsó ütközéséig eltelik. A második rész a főperiódus, amely az utolsó ütközéstől a nyugalmi állapot beálltaig tart.



Az előfázis egyes ingáknál 10 percig is eltart. Ez az idő csökkenthető alkalmas alakú és rugalmas tulajdonságú (papiros, parafa) ütközőkkel. Az előfázis ideje lényegesen csökkenthető a lengőrendszerek csillapítását elősegítő 117,783 számú magyar és a 2,209,140 számú amerikai szabadalmaimban ismertetett szerkezettel, amely könnyen elmozdítható ütköző, akként megszerkesztve és jellemezve, hogy a lengőrendszer ahhoz ütközve mozgási energiáját, vagy annak jelentékeny részét az ütközőnek átadja. E csillapítót alkalmazva az inga 1–2 ütközés után annyira lecsillapodik, hogy az előfázis alig egy percre zsugorodik össze.

A főperiódusban a lengőrendszer csillapított rezgő, vagy aperiodikus mozgást végez a csillapító erőnek megfelelőleg.

Lássuk mitől függ a főperiódus időtartama?

Ha a lengőrendszernek (az ingának) a nyugalmi helyzetétől mért kitérésével arányos skálaosztályzatot  $x$ -szel jelöljük, akkor az inga mozgásegyenlete:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + 2a \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = 0, \quad (1)$$

ahol

$$\omega_0 = \frac{\pi}{T_0},$$

amelyben  $T_0$  az inga csillapodás nélküli lengésidejét (fél rezgésidejét) jelenti, azaz akkor, ha csillapodása nem lenne, vagyis ha  $a = 0$  lenne.

E másodrendű homogén lineáris differenciálegyenlet általános megoldása:

$$x = e^{-at} (C_1 e^{t\sqrt{a^2 - \omega_0^2}} + C_2 e^{-t\sqrt{a^2 - \omega_0^2}}).$$

Három eset lehetséges: 1. ha  $a < \omega_0$ , 2. ha  $a > \omega_0$  és 3. ha  $a = \omega_0$ .

Az 1. esetben az inga csillapított rezgő, a 2.-ban aperiodikus mozgást végez, a 3. az aperiodikus határállapot.

1.  $a < \omega_0$ . Legyen:

$$\sqrt{\omega^2 - a^2} = \alpha,$$

akkor könnyen kimutatható, hogy

$$\left. \begin{aligned} x &= C \cdot e^{-at} \sin(\alpha t + \varepsilon) \\ \alpha &= \frac{\pi}{T} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

ahol  $T$  az inga lengésidejét,  $C$  és  $\varepsilon$  a két integrációs állandót jelenti. A (2)-ből a mozgás sebessége:

$$v = \frac{dx}{dt} = C e^{-at} [\alpha \cos(\alpha t + \varepsilon) - a \sin(\alpha t + \varepsilon)]. \quad (3)$$

Most tegyük fel, hogy  $x_0$  az a kitérés, amelynél a mozgásban levő ingarúd az utolsó ütközés után először ütközés nélkül megfordul, tehát  $x_0$  a kitérés a főperiodikus kezdetén. Ettől a pillanattól az ingára a (2) mozgásegyenlet érvényes. Ezt az időpontot időszámításunk kezdetétől válasszuk:

Tehát

$$t = 0 - kor \quad x = x_0 \quad \text{és} \quad v = 0.$$



E kezdeti feltételeket (2) és (3) egyenletekbe írva kapjuk, hogy

$$x_0 = C \sin \varepsilon,$$

$$0 = C[\alpha \cos \varepsilon - a \sin \varepsilon] = \alpha C \cos \varepsilon - a x_0,$$

amelyekből

$$C = x_0 \cdot \sqrt{\frac{a^2 + \alpha^2}{\alpha^2}}, \quad \operatorname{tg} \varepsilon = \frac{\alpha}{a}, \quad \text{vagy} \quad \sin \varepsilon = \sqrt{\frac{\alpha^2}{a^2 + \alpha^2}}, \quad \cos \varepsilon = \sqrt{\frac{a^2}{a^2 + \alpha^2}}$$

s így

$$x = x_0 \sqrt{\frac{a^2 + \alpha^2}{a^2}} e^{-at} \sin(\alpha t + \varepsilon).$$

E kifejezést más formában írjuk, amennyiben ebből  $\varepsilon$ -t elimináljuk. Ezért

$$\begin{aligned} x &= x_0 \sqrt{\frac{a^2 + \alpha^2}{a^2}} e^{-at} [\sin \varepsilon \cos \alpha t + \cos \varepsilon \sin \alpha t] = \\ &= x_0 \sqrt{\frac{a^2 + \alpha^2}{a^2}} e^{-at} \left[ \sqrt{\frac{a^2}{a^2 + \alpha^2}} \cos \alpha t + \sqrt{\frac{\alpha^2}{a^2 + \alpha^2}} \sin \alpha t \right], \\ x &= x_0 \frac{1}{\alpha} e^{-at} [\alpha \cos \alpha t + a \sin \alpha t], \quad \alpha = \frac{\pi}{T}. \end{aligned}$$

Ez egyenletből a kitérést minden időpillanatra ki lehet számítani.

Ha

$$\begin{aligned} t &= 0, & \text{akkor} & & x &= x_0, \\ t &= T, & \text{akkor} & & x_1 &= -x_0 e^{-aT} \\ t &= 2T, & \text{akkor} & & x_2 &= +x_0 e^{-2aT} \text{ s í. t.} \end{aligned}$$

Az  $x_0, x_1, x_2 \dots$  az egymást követő amplitúdók. Az  $m$ -edik amplitúdó  $\vartheta = mT$  idő múlva következik be és nagysága:

$$x_m = x_0 e^{-a\vartheta}.$$

Legyen az  $x_m$  amplitúdó az  $x_0$ -nak  $n$ -ed része, akkor

$$x_0 e^{-a\vartheta} = \frac{x_0}{n},$$

amiből

$$\vartheta = \frac{1}{a} \ln n.$$

Ha  $A$  a logaritmusos csillapodás, akkor könnyen kimutatható, hogy

$$a = \frac{A}{T} \quad \text{és} \quad T = T_0 \sqrt{\frac{\pi^2 + A^2}{\pi^2}},$$

amelyeket felhasználva kapjuk, hogy

$$\vartheta = \frac{T_0}{\pi} \sqrt{1 + \frac{\pi^2}{A^2}} \ln n. \quad (4)$$

Ez az egyenlet megadja, hogyan függ a csillapodási idő,  $\vartheta$ , a csillapodás nélküli lengésidőtől  $T_0$ -tól és a logaritmikus csillapodástól,  $A$ -tól? Kiolvasható, hogy a csillapodási idő azonos körülmények között, azaz azonos  $A$  esetén a csillapodás nélküli lengésidővel,  $T_0$ -val arányos.

Az Eötvös-inga ütközési köze általában kb. 120 skálaosztályrész, s így  $x_0$  maximális értéke 60. Mivel pedig a leolvasás pontossága egy tized skálaosztályzat, azért  $n = 600$ . Eötvös-inga esetében  $n$ -nek ezt az értékét kell a (4) alatti kifejezésbe írni.

2.  $a > \omega_0$ . Kimutatható, hogy

$$\sqrt{a^2 - \omega_0^2} = \beta$$

—  $t$  írva, az (1) alatti egyenlet megoldása:

$$x = C e^{-at} \operatorname{sh}(\beta t + \varepsilon),$$

amiből a mozgás sebessége:

$$v = C e^{-at} [\beta \operatorname{ch}(\beta t + \varepsilon) - a \operatorname{sh}(\beta t + \varepsilon)].$$

Legyen  $t = 0$  — kor  $x = x_0$  és  $v = 0$ , akkor

$$x_0 = C \operatorname{sh} \varepsilon,$$

$$0 = C([\beta \operatorname{ch} \varepsilon - a \operatorname{sh} \varepsilon]),$$

s így az inga mozgás-egyenlete:

$$x = x_0 \sqrt{\frac{a^2 + \omega_0^2}{2}} e^{-at} \operatorname{sh}(\beta t + \varepsilon), \operatorname{tgh} \varepsilon = \frac{\beta}{a},$$

vagy

$$x = x_0 \frac{1}{\beta} e^{-at} [\beta \operatorname{ch} \beta t + a \operatorname{sh} \beta t].$$

Így a csillapodási idő,  $\vartheta$  az

$$\frac{1}{n} = \frac{1}{\beta} e^{-a\vartheta} [\beta \operatorname{ch} \beta \vartheta + a \operatorname{sh} \beta \vartheta] \quad (5)$$

egyenletből határozható meg. Az inga az  $x_0$  állásból aperiodikusan áll be az egyensúlyi állásba;  $\vartheta$  idő múlva az

$$\frac{x_0}{n}$$

állásba jut.

3.  $a = \omega_0$ .



Ez az ún. aperiodikus határállapot. Ebben az esetben a (2) alatti differenciálegyenlet általános megoldása:

$$x = C_1 e^{-\frac{\pi}{T_0}t} + C_2 e^{-\frac{\pi}{T_0}t}.$$

Ebból a mozgás sebessége:

$$v = -C_1 \frac{\pi}{T_0} e^{-\frac{\pi}{T_0}t} + C_2 \left(1 - \frac{\pi}{T_0}t\right) e^{-\frac{\pi}{T_0}t}.$$

$t = 0$ -kor  $x = x_0$  és  $v = v_0$  érvényes értékeket helyettesítve kapjuk, hogy

$$x_0 = C_1 \qquad C_1 = x_0$$

$$0 = -C_1 - \frac{\pi}{T_0} + C_2 \qquad C_2 = \frac{\pi}{T_0} x_0,$$

s így a megoldás

$$x = x_0 \left(1 + \frac{\pi}{T_0} t\right) \cdot e^{-\frac{\pi}{T_0}t}.$$

Az inga az  $x_0$  kitérésnek  $n$ -ed részét éri el oly  $\theta$  idő múlva, amely eleget tesz az

$$\frac{1}{n} = \left(1 + \frac{\pi}{T_0} t\right) \cdot e^{-\frac{\pi}{T_0}t} \quad (6)$$

egyenletnek. Látható, hogy kisebb  $T_0$  esetében a csillapodási idő kisebb.

Fentiekből következik, hogy ha a csillapodás nélküli állapotból kiindulva a csillapodást (a  $A$  értékét) növeljük, akkor (4) értelmében a csillapodási idő végtelenből kiindulva folytonosan csökken addig, amíg az aperiodikus határállapothoz (6) jutunk, innen kezdve (5) szerint a csillapodási idő a csillapodás növelésével növekszik.

### *A csillapodási idő csökkentése*

Az előzőekben megállapítottuk a csillapodási idő és a csillapodás nélküli lengésidejő közötti összefüggést, illetve összefüggéseket. Ezekből következik, hogy csillapodás szempontjából az aperiodikus határállapot a legkedvezőbb, a lengőrendszer ebben az állapotban nyugszik meg leghamarább. Ezért az Eötvös-ingát akként szerkesztjük meg, hogy az inga közel aperiodikus állapotban legyen. Ez az inga belső doboza magasságának megfelelő megválasztásával érhető el.

A csillapodási idő (4) és (6) szerint a csillapodás nélküli lengésidejő kibebí-tésével csökken. Ezért arra lehetne gondolni, hogy a csillapodási időt az inga méreteinek csökkentésével, a lengési idő csökkentésével lehetne kibebíteni. De mint alább kimutatjuk, az inga szögérzékenysége az inga csillapodás nélküli lengésidejének négyzetével arányos, ezért a csillapodási idő a szögérzékenység megtartása mellett az inga méreteinek (lengésidejének) megváltoztatásával nem kibebíthető.

Legyen  $\xi$ ,  $\eta$ ,  $\zeta$  az inga lengőrendszeréhez mereven hozzákötött derékszögű koordinátarendszer, amelynek kezdőpontja a felfüggesztési ponton  $\theta$ -n, és a lengőrendszer súlypontján  $S$ -en átmenő egyenesben van, a  $\zeta$  tengelye függé-







Ennek figyelembevételével kapjuk, hogy a gradiensre nézve:

$$S_{gr} = \frac{m h l}{\tau} = \frac{1}{2 \pi^2} \cdot \frac{h}{l} T_0^2,$$

a görbületi értékekre nézve:

$$S_g = \frac{K}{\tau} = \frac{\pi^2}{l} \cdot T_0^2.$$

A  $\frac{h}{l}$  értéke a használatos ingáknál kb. 3.

Ezzel kimutattuk, hogy az Eötvös-féle torziós inga *szögérzékenysége a lengés-idő négyzetével arányos*.

Ha tehát az inga méreteinek megváltoztatásával a lengésidőt kisebbítjük, akkor az érzékenység is kisebbedik. Kétszer kisebb lengésidejű inga érzékenysége négyszer, háromszor kisebb lengésidejűé kilencszer kisebb. Tehát a méretek ( $m$ ,  $l$ ,  $h$  és  $\tau$ ) megváltoztatásával a lengésidőt, s így (4) és (6) szerint a csillapodási időt nem csökkenthetjük anélkül, hogy ezzel együtt a szögérzékenység ne csökkenne. Ezért csak ez az út nem vezet célhoz.

De a lengőrendszer elfordulásszögét tükörskála leolvasásával mérjük, ezért a gyakorlatban nem a szögérzékenység, hanem az a fontos, hogy mekkora az egységnyi gradiens, — illetve görbületi — értéknek megfelelő kitérés skálárészekben? Ezt az érzékenységet az inga effektív érzékenységének nevezik.

Jelöljük  $L$ -l a skálátávolságot, akkor az effektív érzékenység egyszeri reflexiós tükörleolvasással; a gradiensre:

$$E_{gr} = 2 L S_{gr} = 2 L \frac{1}{2 \pi^2} \frac{h}{l} T_0^2,$$

a görbületi értékekre:

$$E_g = 2 L S_g = 2 L \frac{1}{\pi^2} T_0^2.$$

Vagy ha az optikai leolvasás érzékenységét  $C$ -vel jelöljük, akkor általános-ságban írhatjuk, hogy

$$E_{gr} = C S_{gr},$$

$$E_g = C S_g.$$

Tehát az effektív érzékenység a szögérzékenység és az optikai érzékenység szorzata.

Ez az összefüggés megadja a lehetőségét annak, hogy az inga csillapodási idejét csökkentjük anélkül, hogy ezzel együtt az inga effektív érzékenysége is csökkenne. Ezt azzal érhetjük el, hogy az inga méreteinek megváltoztatásával az inga lengésidejét kisebbítjük, vele szögérzékenységét csökkentjük, de ugyanakkor az optikai érzékenységet ugyanannyiszor nagyobbá tesszük, mint ahányszor a szögérzékenység kisebbedett. Ily módon az inga effektív érzékenysége változatlan maradt.

E gondolatmenetet a következő, gyakorlatból vett példával világítom meg: Az „Auterbal” torziós inga adatai:

$$m = 15 \text{ gr}, \quad h = 21 \text{ cm}, \quad l = 7 \text{ cm}, \quad \tau = 0,025 \text{ C. G. S.}$$

Ezekből kapjuk, hogy az inga csillapodás nélküli lengésideje:

$$T_0 = \pi \sqrt{\frac{K}{\tau}} = \pi \sqrt{\frac{2ml^2}{\tau}} = 762 \text{ sec} = 12 \text{ min. } 42 \text{ sec.}$$

A tényleges lengésidő a csillapodás miatt nagyobb.

Az inga szögérzékenysége:

a gradiensre:  $S_{gr} = \frac{1}{2\pi^2} \frac{h}{l} T_0^2 = 88\,200,$

a görbületi értékekre:  $S_g = \frac{1}{\pi^2} T_0^2 = 58\,800.$

Mivel pedig az „Auterbal” inga skálabeosztása  $0,25 \text{ mm} = \frac{1}{4} \text{ mm}$ , és skálavonalsága  $L = 300 \text{ mm} = 1200$  negyedmilliméter, azért optikai nagyítása:  $C = 2400$ , s így az inga effektív érzékenysége:

a gradiensre:  $E_{gr} = 2400 \cdot 88\,200 = 0,21 \cdot 10^9.$

a görbületi értékekre:  $E_g = 2400 \cdot 58\,800 = 0,14 \cdot 10^9.$

Tehát az „Auterbal” inga  $\frac{1}{10}$  osztályzatának (ami még jól megbecsülhető)

a gradiensre:  $\frac{1}{10} \frac{1}{E_g} = \frac{1}{10} \frac{1}{0,21 \cdot 10^9} = 0,5 \cdot 10^{-9} \text{ C. G. S.} = 0,5 \text{ Eötvös-egység},$

a görbületi értékekre:  $\frac{1}{10} \frac{1}{E_g} = \frac{1}{10} \frac{1}{0,14 \cdot 10^9} = 0,7 \cdot 10^9 \text{ C. G. S.} = 0,7$

Eötvös-egység felel meg.

Ha már most az inga méreteit ( $m, h, l, \tau$ ) úgy választjuk, hogy lengésideje az eredeténél kétszer kisebb legyen, azaz

$$T_0 = \frac{12,7}{2} = 6,4 \text{ min.} = 6 \text{ min. } 21 \text{ sec.},$$

akkor szögérzékenysége 4-szer kisebb lesz:

$$S_{gr} = \frac{1}{4} \cdot 88\,200 = 22\,050,$$

$$S_g = \frac{1}{4} \cdot 58\,800 = 14\,700.$$

S ha az optikai érzékenységet négyszer nagyobbítjuk, akkor az effektív érzékenység:

$$E_{gr} = 4 \cdot 2400 \frac{88\,200}{4} = 0,21 \cdot 10^9 \text{ C. G. S.}$$



változatlan marad. Ez esetben  $\frac{1}{10}$  skálaosztályzatnak a gradiensre ugyancsak 0,5, a görbületi értékekre 0,7 Eötvös-egység felel meg.

Vagy ha sikerül az optikai érzékenységet az eredetinel pl. 8-szor nagyobbá tenni, akkor az ingát úgy méretezve, hogy szögérzékenysége az eredetinel 8-szor kisebb legyen, az inga effektív érzékenysége változatlan marad, ellenben lengése ideje:

$$T_0 = \frac{762}{8} = 269 \text{ sec} = 29 \text{ sec}$$

lesz.

Tehát az első feladat oly optikai, vagy más rendszerű leolvasó szerkezet megszerkesztése, amellyel az eredeti leolvasás érzékenysége megsokszorozható.

Erre többféle lehetőség kínálkozik. Legtermészetesebb, hogy a skálatávolságot megnöveljük. Ennek a szükséges nagyságú megnövelése azonban a készülék méreteit jelentékenyen megnagyobbítaná, ami nem kívánatos. Másik, az előzőnél előnyösebb lehetőség, hogy a skálabeosztást sűrítjük és az optikai leképezés nagyítását megfelelő mértékben megnöveljük. Ez a lehetőség célravezetőnek látszik. Harmadik lehetőség a többszörös fényreflexió alkalmazása. Ugyanis az ingarúdra erősített tükör a reá eső fénysugarat az inga elfordulása esetén kétszer akkora szöggel forgatja el, mint amekkorával az inga elfordult s így, ha a visszavert fénysugár egy oldalt elhelyezett tükörről visszaverődve ismét az ingatükörre esik és onnan visszaverődik, akkor e kétszeres reflexió folytán a tükörről kétszer visszavert fénysugár  $2 \times 2 = 4$ -szer akkora szöggel fordul el, mint amennyivel az inga elfordult; 3-szoros, 4-szeres reflexió esetében a visszavert fénysugár szögelfordulása hatszorosa, nyolcszorosa az ingarúd elfordulásának.

A két utóbbi lehetőséget, esetleg együttesen alkalmazva, célravezetőnek tartom. Az ingarúd elfordulásának meghatározására az optikai módszert tartom alkalmasnak, mert más jelenség felhasználásával a készüléket bonyolultabbá tesszük és új hibaforrásokat vezetünk be.

A kitűzött feladat kísérleti megoldása elé azonban igen nagy nehézségek tornyosulnak.

Az optikai leképezés céljára *igen erős fényforrás* és csakis igen nagy reflexióképességű fémbevonatú, kitűnően csiszolt síktükrök jöhetnek tekintetbe.

Egy másik igen nehéz probléma, amit meg kell oldani, a következő:

Az optikai nagyítás nemcsak a szögelfordulást nagyítja meg, de a zavaró hatásokat is, amelyeknek megszüntetése már eddig is, az egyszeres és kétszeres reflexió alkalmazása esetében is, igen sok tanulmányt és nehézséget okozott.

Ezért kitűnő, külön e célra készített oly torziósszálakra van szükségünk, amelyeknek „járása” és temperatúrakoefficiense nagyon kicsiny. A mai ingákhoz alkalmazott torziósszálak erre a célra alkalmatlanok, mert bár ezeknek járása és temperatúrakoefficiense ezekben az ingákban nem okoz lényeges zavart, azonban a sokszoros szögnagyítással ezek is megnagyítva jelentkeznek. Ez okból a torziósszálaknak a mainál még tökéletesebb készítése és preparálása szükséges.

Ezenkívül nagy nehézséget okoz az ingaházban előálló légáramok hatásának oly mérvű csökkentése, hogy a nagy optikai nagyításnál ezek a leolvasás pontosságát meg ne haladják.



Ezért az ingaházat oly formában kell megszerkesztteni, hogy abban csakis kiskokú légáramlás jöhessen létre, a lengőrendszert pedig úgy megalkotni, hogy az a légáramlás iránt csak kismértékben legyen érzékeny, azonkívül az ingaházat az eddigieknél jobban hőszigeteléssel kell védeni, esetleg termosztátba építeni.

Sok és nagy nehézséggel jár e követelmények teljesítése, de a siker reményében e vizsgálatokat el kell, végezni, mert az észlelési idő csökkentése nagy anyagi és munkamegtakarítással jár.

## II. Az Eötvös-inga megbízhatósága. A torziósszálak preparálása

Az Eötvös-inga akkor megbízható, ha ugyanazon helyen történő észlelések folytatólagos ismétlésekor az inga ugyanazon azimutban ugyanabba az egyensúlyi állásba helyezkedik. Előfordul, hogy e követelmény nem teljesül. Ilyenkor az egyensúlyi állásban eltéréseket észlelünk. Megállapítható, hogy az eltérések főként két hatásból származnak; az egyik a torziósszáltól, a másik a hőmérsékletváltozástól az ingaházban előálló légáramok hatásából ered.

A torziósszáltól származó hatás ismét két részből tevődik össze: 1. a megterhelt torziósszál a hőmérsékletváltozástól elcsavarodik; 2. az inga visszaillesztése (dezarretálása) után a torziósszál egyensúlyi állása egyirányban lassan eltolódik. Az utóbbi hatást a torziósszál „járás”-ának szokás nevezni.

1. A hőmérsékletváltozás okozta elcsavarodás a hőmérsékletváltozással arányos. Ennek a hatásnak mértéke: a torziósszál temperatúrákoefficiense. Ezalatt az  $1^\circ\text{C}$  hőmérsékletemelkedés létesítette szögelfordulást értjük, amit rendszeren az inga skálaosztályzatában szoktunk kifejezni. E hatás számításba vehető. Ha ugyanis ismerjük a torziósszál temperatúrákoefficiensét és a hőmérsékletváltozást, kiszámíthatjuk azt a szögelfordulást, amelyet a hőmérsékletváltozás okoz. Ezzel az észlelt egyensúlyi állások egy és ugyanazon hőmérsékletre redukálhatók.

2. Ha az ingát dezarretáljuk, akkor az addig lazán lógó torziós szálat a dezarretált lengőrendszer súlya megfeszíti, aminek következtében a torziósszál egyirányban elcsavarodik. A járás közvetlenül a dezarretálás után a legnagyobb; attól kezdve az idő elmúltával lassan folytonosan csökken, de a járás napokig, hetekig, sőt egyes szálaiknál még hónapokig is tart. Újabb arretálás és azt követő dezarretálás (különösen hosszabb ideig tartó arretált állapot) után a torziósszál eme járása a megelőzőhöz hasonlóan ismétlődik.

A torziósszál az Eötvös-inga leglényegesebb része, mert ez a mérődrót, amellyel a mérések történnek. Ezért rendkívül fontos, hogy az Eötvös-ingához oly torziósszálakat használjunk, amelyeknek a fent részletezett fogyatékoossága nincs meg, vagy helyesebben, amelyeknek temperatúrákoefficiense és járása kicsiny. Ezalatt azt értjük, hogy e zavaró hatások kicsinyek a meghatározandó gravitációs hatásokhoz képest. A gyakorlatban ezt elérjük, ha a temperatúrákoefficiens  $0,15 \frac{\text{skálárész}}{1^\circ\text{C}}$ -nál kisebb, s a járás kicsiny és egyenletes. Az egyen-

letes járás esetében ugyanis a járásból származó hatások a gravitációs értékeket meghatározó észlelési formulákból teljesen kiesnek, mert azokban kizárólag csak az egyensúlyi állásoknak és a torziósszál megcsavaratlan állásának különbségei ( $n - n_0$ ) szerepelnek. Egyenletes járásnál a megcsavaratlan és az egyensúlyi álláseltolódás ugyanakkora, s így a kettő különbségéből a járás teljesen kiesik. Ezt az alábbiakban jobban megvilágítom.



A járás miatt az észleléseket legalább két azimutban megismételjük: legalább öt észlelést végzünk. Legyenek az egymást követő *I, II, III* azimutban egyenlő időközökben észlelt leolvasások  $w_1, w_2, w_3, w_4, w_5$  (a táblázat 1-ső és 2-ik oszlopa).

Azimut:	Leolvasások:	A torziósszál megcsavaratlan állása:	$w - w_0$
I	$w_1 = n_1$	$(w_0)_1 = n_0$	$w_1 - (w_0)_1 = n_1 - n_0$
II	$w_2 = n_2 + \delta$	$(w_0)_2 = n_0 + \delta$	$w_2 - (w_0)_2 = n_2 - n_0$
III	$w_3 = n_3 + 2\delta$	$(w_0)_3 = n_0 + 2\delta$	$w_3 - (w_0)_3 = n_3 - n_0$
I	$w_4 = n_1 + 3\delta$	$(w_0)_4 = n_0 + 3\delta$	$w_4 - (w_0)_4 = n_1 - n_0$
II	$w_5 = n_2 + 4\delta$	$(w_0)_5 = n_0 + 4\delta$	$w_5 - (w_0)_5 = n_2 - n_0$

Ezekből kiszámítjuk a következő értékeket:

$$\frac{w_4 - w_1}{3} = \delta,$$

$$\frac{w_5 - w_2}{3} = \delta.$$

Ez értékek az egymást követő észlelések közötti járást adják. Ha mind a két tört értéke ugyanaz, akkor a járás egyenletes. Egyenletes járás esetén az egyensúlyi állás egy észlelési időköz alatt  $\delta$ -val tolódik el. Ezért, ha a járás nélküli (ismeretlen) egyensúlyi állásokat  $n_1, n_2, n_3$ -mal, a hozzájuk tartozó megcsavaratlan állást  $n_0$ -val jelöljük.

$$n_0 = \frac{n_1 + n_2 + n_3}{3},$$

akkor  $w_1 = n_1, w_2 = n_2 + \delta, w_3 = n_3 + 2\delta$  s. i. t. (a táblázat 2-ik oszlopa).

Ha járás nincs, akkor valamennyi észlelési időpontban  $n_0$  ugyanaz. Járás esetén azonban a megcsavaratlan állás egy észlelési időközben  $\delta$ -val tolódik el. Mi a megcsavaratlan állás az egyes észlelési időpontokban? Mivel a járás egyenletes, azért a

$$\frac{w_1 + w_2 + w_3}{3} = \frac{n_1 + n_2 + \delta + n_3 + 2\delta}{3} = \frac{n_1 + n_2 + n_3}{3} + \delta = n_0 + \delta = (w_0)_2$$

a  $w_2$  észlelésekor érvényes megcsavaratlan állás  $(w_0)_2$ . A járás miatt a  $w_1$  észlelésekor a megcsavaratlan állás  $(w_0)_2$ -nél  $\delta$ -val kisebb, tehát  $(w_0)_1 = n_0$  a  $w_3$  észlelésekor  $(w_0)$ -nél  $\delta$ -val nagyobb, azaz  $(w_0)_3 + 2\delta$  (a táblázat 3-ik oszlopa). Így az észlelt  $w$  és a megcsavaratlan állás  $w_0$  közötti különbség, amely az észlelési formulában szerepel:  $n - n_0$  (a táblázat 4-ik oszlopa). Tehát a járás teljesen kiesik.

Ha a járás nem egyenletes, akkor befolyásolja az eredményeket. Ezért rendkívül fontos járásmentes, vagy legalábbis kis és egyenletes járású torziósszál alkalmazása.



Az általunk preparált torziósszálak e követelményeknek nagymértékben megfelelnek úgy, hogy a járásból származó hatások lényegesen nem befolyásolják az eredményeket.

A torziósszálak minden előzetes preparálás nélkül nem használhatók, mert temperatúrakoefficiensük és különösen járásuk rendesen nagy és nem egyenletes.

Ötös óta a torziósszálak e hátrányos tulajdonságait azzal csökkentették, hogy a torziósszálakat megterhelve kiizzították, s utána külön erre a célra alkalmas berendezésben sokszor egymásután kb.  $110^{\circ}\text{C}$  hőmérsékletig felmelegítették és lehűtötték. Az így preparált szálak közül az ún. próbaeszközökben kiválasztották azokat a szálakat, amelyeknek járása és temperatúrakoefficiense kicsiny.

Ezen eljárással a preparált szálak között még mindig csak csekély számban akadt megfelelő.

Hosszú kísérletezések alapján az alábbi eljárást találtam a torziósszálak preparálására alkalmasnak.

Vizsgálataim folyamán megállapítottam, hogy ha több száz méter hosszú, alkalmas vastagságú hajszáldrótból folytatólagosan a megfelelő hosszúságú célunknak megfelelő  $20\text{ cm}$  hosszúságú száldarabokat lemetszünk és ezek járását meghatározzuk, akkor az egymás után folytatólagosan következő  $20\text{ cm}$ -es szálak járása egyirányú, ezután ellenkező irányúak következnek, majd a járás iránya ismét megfordul, s. i. t. Vagyis: a hosszú hajszáldrót egyes szakaszai egyik irányú, más szakaszai ellenkező irányú járással bíró torziósszálakat adnak. Ez a tapasztalat a hajszáldrótok húzásának technológiáját figyelembe véve ahhoz a következtetéshez vezetett, hogy a hajszáldrót húzása közben szerzi meg „járási”-i tulajdonságát. Ez a tapasztalat és az ebből levont következtetés vezetett arra agondolatra, hogy a torziósszálak preparálását a szál húzásához analóg módon végezzem úgy, hogy a torziósszálat izzítva megnyújtsam, mert azt véltem, hogy e művelettel a húzással megcsavart molekulasorokat bizonyos fokig kiegyenlítem. E célból a torziósszálat külön célra készült készülékben felfüggesztettem és megfelelő súllyal megterheltem. Ezután a torziósszálat megcsavaratlan vagy közel megcsavaratlan állapotában rövid ideig tartó elektromos árammal megnyújtottam hosszának  $1\%$ -val. A megnyúlást kathetométerrel figyeltem és ellenőriztem.

A preparálás céljára használt készülék kb.  $5\text{ cm}$  átmérőjű, kellő hosszúságú üvegcső, egyik végén beköszörült torziófejjel. A csövet függélyesre állítva alsó nyitott vége higanyba merül. A torziófejre függesztettem a preparálandó szálat, a szál alsó végére pedig henger alakú sárgaréz súlyt akasztottam, amelynek tengelyébe forrasztott kb.  $1\text{ mm}$  vastag vasdrót a higanyba nyúlt. A megterhelés a szál vastagságától függ, kb. a szál szakítási szilárdságának egy negyede. A csövön át  $30\%$ -os nitrogén-hidrogén gázt kis nyomás alatt egyenletesen áramoltattam. A gáz a csőbe lépése előtt rézforgáccsal megtöltött és vörösizzásig felhevült kvarc-csővön áramlott keresztül az oxigén-nyomok eltávolítása céljából.

Miután a torziósszál megcsavaratlan állását elfoglalta, a szálon (a torziófejen és a higanyon) át rövid áramlökést küldöttem keresztül akkora maximális erősséggel, hogy a szál  $1-2\text{ mp}$ -ig teljes hosszában sárga színben (becslésem szerint talán  $800-1000^{\circ}\text{C}$  hőmérsékleten) izzon. A maximális áramerősség a szál vastagságától függ.



A szál az izzítás közben teljes hosszában megnyúlik, hosszabb ideig tartó izzítás közben közepe táján valamivel jobban. Ezért a szálát csak igen rövid ideig tartó áramlökéssel izzítottam. Fontos, hogy a szál kellő hosszra való megnyújtása egyszeri izzítással megtörténjék. Ismételt izzítás hátrányos, a szál járási tulajdonságait rontja, valószínűleg azért, mert a szál az izzítás közben kissé kicsavarodik, s az újabb izzítás alkalmával a már az előző izzításkor egyirányba elrendeződött molekulasorokat az elcsavarodás miatt részben más elrendeződésbe kényszeríti.

A preparálási műveletek végrehajtásához nagy gyakorlat kell, mert kellő gyakorlat nélkül az izzításnál sok szál elszakad.

Az így preparált szál már külső megjelenésében is a nem preparált szálnál előnyösebbnek látszik. Amíg az így nem kezelt szál kunkorodó, spirálisszerű, addig a megnyújtott szál laza állapotában is egyenes, kunkorodásai eltűntek és merevebb. De nem ez a külső látszat, hanem az ily módon preparált torziósszálnak a próbaeszközben történt megvizsgálása bizonyította e preparálási módnak helyességét és jóságát. Az így preparált torziósszálok között szép számban találtam kis temperatúrakoefficiensű és kis járású szálakat.

Amint fentebb láttuk, ahhoz, hogy az Eötvös-féle torziós-inga megbízható legyen, nem elégséges jó torziósszálok alkalmazása, hanem szükséges, hogy az ingaházban a légáramoknak a hatása is elenyésző csekély legyen. E hatás különösen a hőmérsékletváltozás irányának megfordulásakor okoz zavart. E zavaró hatás minden még be nem szabályozott ingában többé-kevésbé megvan, egyesekben igen nagy mértékben. E légáramhatás az ingák egyedi tulajdonsága, a különböző ingákban más és más, még a kettős Eötvös-inga összeépített két ingájának viselkedése is különböző. E zavaró hatás kiküszöbölése, illetve a minimumra való csökkentése „szabályozás”-sal történik, még pedig úgy, hogy először a szóban forgó ingaházban előálló légáramlást kell megvizsgálni, azután a nagy tapasztalattal szerzett ismeretekkel már megismert légáramlást alkalmas alakú és az ingaházban alkalmas helyen elhelyezett terelő lapokkal „légkorlátoz”-kal kell irányítani úgy, hogy a légáramok hatása az ingára elhanyagolható legyen. E szabályozás nélkül az ingák rendszerint teljesen megbízhatatlan értékeket adnak. E szabályozás részleteivel ezen a helyen nem óhajtok foglalkozni.

A jó torziósszálokat tartalmazó és jól beszabályozott Eötvös-ingák a leg-hátrányosabb időjárási viszonyok között is megbízható észlelési értéket adnak

## Lapszemle

*Wissenschaftlich-Technischer Informationsdienst*, kiadja a Központi Geológiai Intézet, Berlin, 5–6. különfüzet. 1–59. és 1–128. oldal. Sokszorosított kiadvány. A két füzet az 1969. október 26–30. között Lipésében tartott Nemzetközi Geofizikai Szimpózium 18 előadását tartalmazza. Az 5. füzet címlapján 3. *Nemzetközi Geofizikai Szimpóziumról* van szó és a G. Löser – G. Olszak által írott előszó is így említi a szimpóziумot, nem véve tudomást az immár több mint egy évtizedre visszamenő sorozatról! A cikkek csak német szöveggel szerepelnek.

Az 5. füzet – az előszón kívül – 6 cikket tartalmaz, valamint a később közzéteendő 24 dolgozat címét. Ezekből a 6. füzet 12-nek a szövegét hozza; mindkettő ábrákat is közöl. A cikkek nyelve német. Az 5. füzet 1970-ben, a 6-os 1971-ben jelent meg, mint a főcímben említett kiadvány 1970. évf. 11., illetve 1971. évf. 12. sz. füzete.

T. G.



# Interpolációs operátor tervezése a hiba első abszolút momentuma alapján

GÖNCZ GÁBOR – KÉSMÁRKY ISTVÁN

*Az interpolációs hiba első abszolút momentuma alapján megvizsgáltunk néhány, az irodalomból ismeretes csontkő ablakot a bemenet frekvenciájának függvényében. További számításokat végeztünk a legkedvezőbbnek látszó Gauss-csonkítás optimális paramétereinek meghatározására.*

*Megállapítottuk, hogy a  $\text{sinc}(2f_h t) \exp(-2\pi^2 \sigma_f^2 t^2)$  alakú operátorral végzett interpoláció relatív hibája a gyakorlati szeizmikus feldolgozásban kisebb, mint  $-50$  dB.*

*По первому абсолютному моменту погрешности интерполяции были проанализированы некоторые окна усечения в зависимости от частоты входа. Проведены дополнительные вычисления для определения оптимальных параметров усечения типа Гаусса. Обнаружено, что относительная погрешность интерполяции, проводимой с использованием оператора вида  $\text{sinc}(2f_h t) \exp(-2\pi^2 \sigma_f^2 t^2)$  на практике обработки сейсмических данных меньше  $-50$  дБ.*

*Auf Grund des ersten absoluten Moments des Interpolationsfehlers wurden einige aus der Literatur bekannten Abstumpfungsfenster in der Funktion der Eingangsfrequenz untersucht. Weiter wurden Berechnungen angestellt zur Bestimmung der optimalen Parameter der am günstigsten erscheinenden Gauss-Abstumpfung.*

*Es wird festgestellt, dass der relative Fehler der Interpolation, die durch einen Operator von der Form  $\text{sinc}(2f_h t) \exp(-2\pi^2 \sigma_f^2 t^2)$  ausgeführt wurde, bei der praktischen seismischen Bearbeitung kleiner als  $-50$  dB ausfällt.*

## Bevezetés

A digitális feldolgozás során, például NMO korrekció, vagy finomabb reziduál korrekciók elvégzésekor előfordul, hogy meg kell határozni a szeizmikus csatorna értékét a mintavételi pontok közti helyeken is. A feladatot a csatorna interpolációjával oldják meg. Az interpoláció azonban a csatorna valódi értékének csak valamilyen közelítését adja. Emiatt a kimenetet interpolációs hiba is terheli. Célunk a feldolgozás során természetesen az, hogy olyan interpolációs módszert válasszunk, amely kevés számítási munkát igényel és ugyanakkor kis hibát okoz. Vizsgálni kell tehát az interpolációs hibára jellemző mennyiségeket a különböző módszereknél.

Mivel a szeizmikus csatorna trigonometrikus komponensekre bontható, az interpolációs módszerekett rögzített frekvenciájú szinusz-függvényekre vizsgáltuk. Az interpolációs hiba egy adott időpillanatban bonyolultán függ az interpoláció argumentumától, az interpolálandó függvényről és a módszer paramétereitől is. Emiatt a hiba jellemzésére statisztikus mennyiségeket kell használni. Könnyen belátható, hogy a hiba várható értéke szinuszos jelek interpolálásakor zérus. Alkalmas jellemző lehet a hiba abszolút értékének, vagy a hiba négyzetének várható értéke. A továbbiakban az első mennyiséggel, azaz a hiba első abszolút momentumával foglalkozunk.

## Vizsgálati módszer

Legyen  $T$  egy tetszőleges mintavételi elem argumentuma valamilyen  $[0, T_0]$  intervallumban, legyen az interpolálandó függvény  $x(t)$  és a mintavételi távolság  $\tau$ .



Ha két mintavételi elem közé interpolálunk, az  $x(t)$  értékét a  $t = T + \lambda$  helyen kell meghatároznunk, ahol  $0 < \lambda < \tau$ .

Tegyük fel, hogy  $T$  és  $\lambda$  független, egyenletes eloszlású valószínűségi változók a  $[0, T_0]$  illetve  $[0, \tau]$  intervallumon. Az interpolált értéket  $x(t)_{\text{int}}$ -el jelölve, az interpolációs hiba abszolút első momentuma így írható (Bodoky, 1970):

$$E\{|h(f, \tau)|\} = \int_0^\tau \int_0^{T_0} |x(T + \lambda) - x(T + \lambda)_{\text{int}}| \frac{1}{T_0} \frac{1}{\tau} dT d\lambda.$$

Az interpolációs hiba a  $f$  frekvencia és a  $\tau$  mintavételi távolság függvénye. E mennyiséget normáljuk az interpolálandó függvény abszolút értékének átlagával. A vizsgált frekvenciákra a normáló tényező értéke  $2/\pi$ .

Vizsgálatainkban a  $T_0 = 500 \text{ ms}$  és  $\tau = 2 \text{ ms}$  értékeket használtuk. A normált abszolút hibát Monte-Carló módszerrel számítottuk kiadott frekvenciákon. Az integrandust sok  $T_k, \lambda_k$  argumentumra számítottuk ki, melyek egyenletes eloszlását véletlenszám-generátorral biztosítottuk. A várható értéket számtani átlaggal közelítettük. A használt munkaképlet:

$$E\{|h(f, \tau)|\} = H(f, \tau) \approx \frac{\pi}{2M} \sum_{k=1}^n |x(T_k + \lambda_k) - x(T_k + \lambda_k)_{\text{int}}|,$$

ahol  $x(T_k + \lambda_k)_{\text{int}}$  a módszertől függ.

### Eredmények

Az 1., 2. és 3. ábrán különböző  $N$  pontszámú operátorok mellett ábrázoltuk a  $H(f, \tau)$  mennyiséget a frekvencia függvényében,  $\tau = 2 \text{ ms}$  esetén, több módszerre. Valamennyi ábrán feltüntettük a lineáris interpoláció hibakarakteristikáját összehasonlítás céljából, mely természetesen nem függ  $N$ -től.

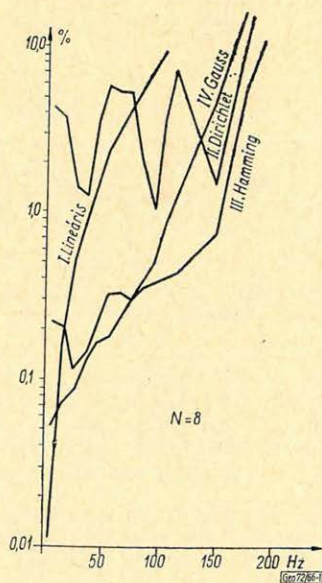
Látható, hogy a lineáris interpoláció hibája alacsony frekvenciákon ( $20 \text{ Hz}$  alatt) kisebb  $-60 \text{ dB}$ -nél.

A szeizmikus jeltartományban, azaz  $20-80 \text{ Hz}$  között azonban a hiba már  $1\%$  fölé emelkedik. Magasabb frekvenciákon a hiba gyorsan növekszik. Olyan műveleteknél tehát, melyek a nagyfrekvenciás hibákra érzékenyek, ez az interpolációs módszer a feldolgozás hatásosságát csökkentheti.

1. ábra. Az interpolációs relatív hiba abszolút értékének átlaga a frekvencia függvényében különböző módszerek esetén. Operátor pontszáma 8

Fig. 1. Зависимость средней величины абсолютных значений относительной погрешности интерполяции от частоты при применении различных методов. Число пунктов оператора — 8

Fig. 1. Durchschnitt des Absolutwertes des relativen Interpolationsfehlers in der Funktion der Frequenz im Falle von verschiedenen Methoden. Punktzahl des Operators: 8





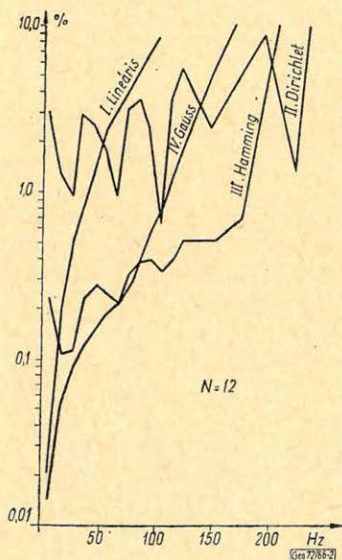
Ismeretes, hogy egy helyesen mintavételezett függvény végtelen hosszú sinc  $(2f_N t)$  operátorral ( $f_N$  a Nyquist frekvencia) tetszőleges argumentumnál pontosan visszaállítható. (Egzakt interpoláló képlet, Meskó, 1972)

Az interpolálás numerikus megvalósításakor azonban az operátort természetesen csak véges hosszúságban vehetjük figyelembe. Ekkor az  $x.(T_k + \lambda_k)_{\text{int}}$  értéke valamely  $C(t)$  csonkító függvény esetén általánosan így írható:

$$x(T_k + \lambda_k)_{\text{int}} = \sum_{i=1}^N x \left\{ T_k - \left[ \left( i - \frac{N}{2} \right) \tau - \lambda_k \right] \right\} \cdot \sin c \left[ \left( i - \frac{N}{2} \right) \tau - \lambda_k \right] \cdot C \left[ \left( i - \frac{N}{2} \right) \tau - \lambda_k \right].$$

Az operátor széleinek egyszerű elhagyása négyzögcsonkításnak felel meg.

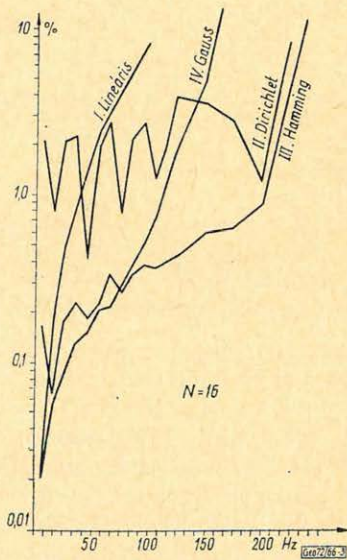
$$C(t) = \begin{cases} 1 & \text{ha } t \leq \frac{N \cdot \tau}{2}, \\ 0 & \text{egyébként.} \end{cases}$$



2. ábra. Az interpolációs relatív hiba abszolút értékének átlaga a frekvencia függvényében különböző módszerek esetén. Operátor pontszáma 12

Фиг. 2. Зависимость средней величины абсолютных значений относительной погрешности интерполяции от частоты при применении различных методов. Число пунктов оператора – 12

Fig. 2. Durchschnitt des Absolutwertes des relativen Interpolationsfehlers in der Funktion der Frequenz im Falle verschiedener Methoden. Punktzahl des Operators: 12



3. ábra. Az interpolációs relatív hiba abszolút értékének átlaga a frekvencia függvényében különböző módszerek esetén. Operátor pontszáma 16

Фиг. 3. Зависимость средней величины абсолютных значений относительной погрешности интерполяции при применении различных методов. Число пунктов оператора – 16

Fig. 3. Durchschnitt des Absolutwertes des relativen Interpolationsfehlers in der Funktion der Frequenz im Falle verschiedener Methoden. Punktzahl des Operators: 16



Az 1., 2. és 3. ábrán a  $II$  görbék a  $\text{sinc}(2f_N t)$  különböző hosszúságú négy-szögcsonkításával kapott interpoláló operátorok hibakarakterisztikái.

Egyszerű négy-szögcsonkítás esetén a hiba alacsony frekvencián is  $1-10\%$  között ingadozik, s az operátor pontszámát növelve csak kevésbé csökken. A karakterisztikákból kitűnik, hogy az ideális interpoláló operátor ilyen csonkításával nem kapunk kis pontszámú és egyben hatásos operátort.

Megvizsgáltuk a  $C_2(t) = C_1(t) \cdot 0,54 + 0,46 \cos(\pi t)$  függvénnyel – a Hamming ablakkal – csonkított  $\text{sinc}(2f_N t)$  operátorokat is. Az ábrák  $III$  görbéi mutatják a megfelelő karakterisztikákat. Az ilyen típusú operátor biztosítja, hogy széles sávon  $1\%$  alatt maradjon a hiba. A pontszám növelése nem eredményez jelentősebb javulást. A  $IV$  hibakarakterisztikák a  $C_3(t) = C_1(t) \cdot e^{-2\pi^2(56.6)^2 t^2}$  Gauss-féle csonkítással kapott operátorokra jellemzők. Az ábrákból kitűnik, hogy a szeizmikus jeltartományon ezek az operátorok okozzák a legkisebb interpolációs hibát. Vizsgáltuk a bemutatottakon kívül a koszinusz-ablak, háromszög-ablak, és Hanning-ablak (lásd Meskó 1972, 213. old.) hatását is, azonban ezek rosszabb eredményt adtak, mint a Gauss-féle csonkítás.

### *Kétparaméteres interpoláló függvények vizsgálata*

Az eddig tárgyalt esetekben az ideális jelviszsaállításához szükséges  $\text{sinc}(2f_N t)$  függvény csonkításával előállított operátorokat vizsgáltuk.

Elvileg elképzelhető, hogy az ideálistól eltérő  $\text{sinc}(2f_H t)$  csonkítása kedvezőbb eredményeket ad, ha  $f_H \leq f_N$ . Az ilyen operátor az adatrendszer simítását is elvégzi.

A Gauss görbével csonkított  $\text{sinc}(2f_H t)$  operátornak két paramétere van, a  $\text{sinc}(2f_H t)$  határfrekvenciája és a csonkító Gauss-görbe szórása. Ezt a két paramétert próbáltuk meghatározni úgy, hogy lehetőleg kicsiny pontszámra is az operátorral végzett interpoláció átlagos spektrumtorzítása a szeizmikus jeltartományon minimális legyen. Az operátor analitikus alakja:

$$\Theta(t) = \sin c(2f_H t) e^{-2\pi^2 \sigma_f^2 t^2},$$

ahol  $f_H$  az a frekvencia, ahol az operátor átvitele  $0,5$ ,  $\sigma_f$  a csonkító Gauss görbe szórása a frekvenciatartományban.

Az operátort  $f_H$  és  $\sigma_f$  egyértelműen meghatározzák. Az interpoláló operátornak a következő tulajdonságokkal kell rendelkeznie a fentiek értelmében:

- a) A szeizmikus jeltartományon az átvitel lehetőleg 1 legyen.
- b) az időtartományban az operátor jól koncentrált legyen.

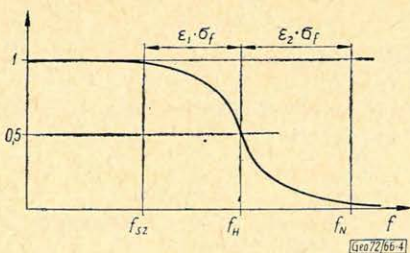
Ezek a tulajdonságok ellentmondóak, kompromisszumot az interpolálás okozta átlagos spektrumtorzítás minimalizálásával keresünk.

Legyen  $f_{sz}$  a szeizmikus felső határfrekvencia egy becsült értéke (pl.  $80 \text{ Hz}$ ) és  $f_N$  a Nyquist frekvencia. Defináljuk  $\sigma_f$  és  $f_H$  helyett az  $\varepsilon_1$  és az  $\varepsilon_2$  paramétereiket a 4. ábra szerint.

$\varepsilon_1$  és  $\varepsilon_2$  szintén egyértelműen meghatározza az operátort. Az  $\varepsilon_1$ -t és  $\varepsilon_2$ -t variálva meghatároztuk az operátorok hibakarakterisztikáit.

A kapott hibakarakterisztikákkal kétféle spektrumot súlyozva számítottuk az operátorok átlagos relatív spektrumtorzítását. Ezt tekintettük az operátor jóságának mértékéül. Az átlagos relatív spektrumtorzításokat  $\varepsilon_1$ ,  $\varepsilon_2$  függvényében ábrázolva olyan  $f_H$ ,  $\sigma_f$  értékpárokat próbáltunk meghatározni, melyekre a torzítás minimális.





4. ábra. Kétparaméteres interpoláló operátor átviteli függvénye

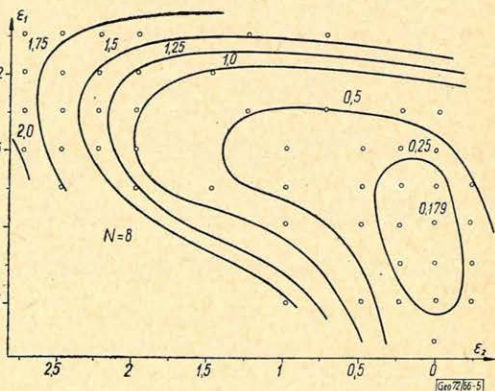
Фиг. 4. Характеристика двухпараметрового оператора интерполяции

Fig. 4. Überföhrungsfunktion eines Zweiparameter-Interpolations-Operators

5. ábra. Fehérspektrumra vonatkozó relatív spektrumtorzítás az operátor-paraméterek függvényében. Operátor pontszáma  $N = 8$

Фиг. 5. Зависимость относительного искажения спектра для белого спектра от параметров оператора. Число пунктов оператора  $\Pi = 8$

Fig. 5. Relative Spektrumverzerrung für ein weisses Spektrum in der Funktion der Operatorparameter. Punktzahl des Operators:  $N = 8$



6. ábra. Fehér- és Gauss-spektrum összegére vonatkozó relatív spektrumtorzítás az operátorparaméterek függvényében. Operátor pontszáma 8

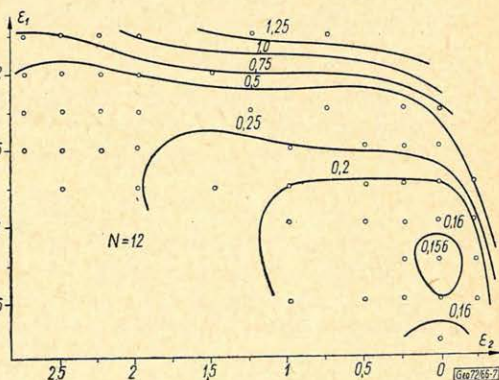
Фиг. 6. Зависимость относительного искажения спектра для суммы белого и Гауссоваспектров от параметров оператора. Число пунктов оператора - 8

Fig. 6. Relative Spektrumverzerrung für die Summe eines weissen und Gaussischen Spektrums als Funktion der Operatorparameter. Punktzahl des Operators: 8

7. ábra. Fehér- és Gauss-spektrum összegére vonatkozó relatív spektrumtorzítás az operátorparaméterek függvényében. Operátor pontszáma 12

Фиг. 7. Зависимость относительного искажения спектра для суммы белого и Гауссова спектров от параметров оператора. Число пунктов оператора - 12

Fig. 7. Relative Spektrumverzerrung für die Summe eines weissen und Gaussischen Spektrums als Funktion der Operatorparameter. Punktzahl des Operators: 12



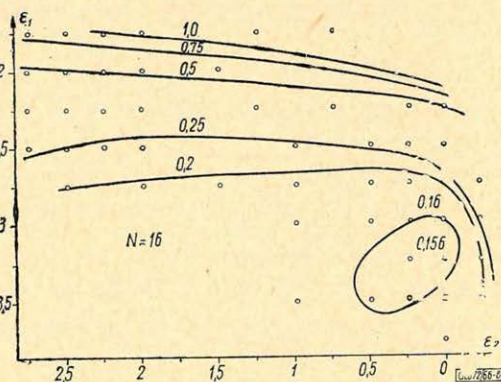


Az 5., 6., 7. és 8. ábrán a spektrumtorzítások százalékban felvitt értékeiből készített hiba-térképeket látjuk. Az 5. ábrán a 20–80 Hz-ig terjedő sávkorlátozott fehér spektrumra, a 6., 7. és 8. ábrákon pedig egy 20–80 Hz-ig terjedő fehér-spektrum és egy 40 Hz várható értékű és 10 Hz szórású Gauss-görbe alakú spektrum azonos súlyú összegére vonatkozó spektrumtorzításokat rajzoltuk fel.

8. ábra. Fehér- és Gauss-spektrum összegére vonatkozó relatív spektrumtorzítás az operátorparaméterek függvényében. Operátor pontszáma 16

Фиг. 8. Зависимость относительного искажения спектра для суммы белого и Гауссова спектров от параметров оператора. Число пунктов оператора – 16

Fig. 8. Relative Spektrumverzerrung für die Summe eines weissen und Gaussischen Spektrums als Funktion der Operatorparameter. Punktzahl des Operators: 16



### Következtetések

Látható, hogy  $N = 8$  esetére sikerült minimumot találni, azaz meghatározni az optimális Gauss-csonkítás paramétereit:  $\varepsilon_2 = 3$ ,  $\varepsilon_1 = 0$ , azaz  $\sigma = 56,6$  Hz, illetve  $f_H = 250$  Hz. Hosszabb operátorokkal további számításokat lehetne végezni; mivel azok minimumait nem határoltuk körül, léteznek további minimumok is.

Az  $N = 8$ -ra kapott 0,17% körüli hiba kielégítő és, mint az ábrákból kiténik, hosszabb operátorral nem lehet gazdaságosan csökkenteni a hibát.

A továbbiakban a vizsgálatokat kiterjesztjük az interpolációs hiba szórásának meghatározására is különböző módszerek esetén. Vizsgálni kívánjuk a hiba-energiát modell csatornákon, valamint ezen hibák terjedését a feldolgozási fázisok során. Azonban már az eddigi számítások alapján is megállapíthattuk, hogy a gyakorlati feldolgozásban néhány adatos, Gauss-görbével csonkított sinc operátor elegendő pontosságot biztosít. Emiatt szeizmikus feldolgozó programjainkban az ilyen alakú operátorokat alkalmazzuk.

### IRODALOM

Bodoky Tamás: Investigation of Interpolation Processes. Geofizikai Közlemények 1971. XX. 1–2. szám.

Meskö Attila: A digitális szeizmikus feldolgozás alapjai. Tankönyvkiadó, 1972.

Srejszger: Monte Carló módszerek. Műszaki Könyvkiadó, 1965.

## Lapszemle

Alföldi Olajbányász VIII. évf. 7. sz. 1972. július

Márhoffer József: Számítógép a mélyfúrási geofizikában, 2. oldal.

T. G.



# Az OKGT Geofizikai Üzem TIOPS-880A digitális szeizmikus adatfeldolgozó központjának ismertetése

CSAPÓ JÁNOS – VÉGES ISTVÁN

I. Csapó János: Általános leírás

II. Véges István: Programrendszer

Описание ЭВМ типа Тайпс – 880/A применяющейся Геофизическим предприятием Тресте нефтяной и газовой промышленности для цифровой обработки сейсмических данных.

I. Чапо Я.: Общее описание

II. Вегеш И.: Система программ

Besprechung des digitalen seismischen Rechenzentrums TIOPS – 880 A, das im Geophysikalischen Betrieb des OKGT eingesetzt wurde.

I. J. Csapó: Allgemeine Beschreibung

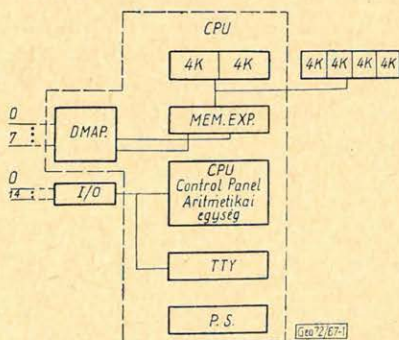
II. I. Véges: Programmsystem der Maschine

## I. Általános leírás:

Az OKGT Geofizikai Kutatási Üzemben 1971. áprilisában került sor a cég által a Texas Instruments-nél vásárolt számítógép felállítására.

A számítógép felállítását a T. I.-tól érkezett mérnök végezte. A gép üzemképes működését ellenőrző vizsgálóprogramok futtatására két napon belül sor került.

Ezen leírás célja, hogy ismertesse a felállított számítógép főbb műszaki jellemzőit és az eddigiek során szerzett tapasztalatokat (1. ábra).



1. ábra. A számítógép tömbvázlata  
Фиг. 1. Схема ЭВМ

Fig. 1. Schema der Rechenmaschine

A szaggatott vonallal határolt rész lényegében az aritmetikai, a vezérlő és kijelző, valamint  $2 \times 4K$  – ferritmemóriát tartalmazó számítógép.

A CPU 980-as típusszámot viselő számítógép technológiai tulajdonságait a következőkben foglalhatjuk össze. A felhasznált logikai elemek a TI 74-TTL sorozat tagjai. MOS és LSI read-only memóriákat alkalmaztak a mikroprogramok számára. A rendszer teljesen integrált, LED diódák szolgálnak kijelzési célokra.

A CPU főbb jellemzőiről a következőket mondhatjuk. Fixpontos, kettes komplement aritmetika, párhuzamos működés, egycímes utasításrendszer szószervezésben.



Felépítése:

16 bit + paritás ferrit memória,  
 4K szavankénti tömbökben,  
 8K beépítve a CPU-ba,  
 1  $\mu$ s-os ciklusidő,  
 9 db 16 bites programozható regiszter,  
 három megszakításszint: belső DMAC, I/O,  
 85 utasítás.

Az utasítások megoszlása:

	pl:	idő $\mu$ s
Regiszter-memory	ADD	2
Regiszter-regiszter	ADD	1,25
Regiszter-skip	SMI	1, 0,25 skip
		esetén
Shift	LLA	0,75 + shift 4
I/O	RDS	2 – 3
ATI	ATI	2,5 S
Vezérlés	IDL, LSB, SSB	

A CPU megszakításszintek fölötti abszolút elsőbbséggel rendelkező hálózat-kimaradási rendszerrel rendelkezik. A vezérlőegységről és az összes többi egységről meg kell említenünk, hogy 115V/60 Hz-ről üzemel.

A gyorsműködésű periféria-egységek csatlakozását a DMAP-kapun keresztül biztosították. A DMAC egyes perifériái azonosító számozási-sorrendjüknek megfelelően a következők:

0 – Disc. Teljes tárolókapacitás 393216 szó.

192 fix fejjel rendelkezik. Lemezei nem cserélhetők.

Maximális hozzáférési idő 17  $\mu$ s.

1 track = 64 sector

1 sector = 32 szó

1 szó = 16 bit + paritás.

A disc és a számítógép kapcsolatát biztosító vezérlőegység működési tekintetben különleges. A nagyobb sebességű szeizmikus adatfeldolgozás érdekében a mágneslemezmemóriába történő beírás és kiolvasás a szeizmikus feladatoknak legjobban megfelelő formákban történhet. A megvalósítható főbb címzési műveletek:

a) Soros memóriacímzés

A sörös memóriacímzés teljesen megegyezik a szokásos disc-rendszerek címzési módjával. Az utasításban megadjuk a ferritmemória címét (ahonnan a kiírást a disc. felé, vagy beolvasását a disc-ről el akarjuk kezdeni), valamint a beírásra, vagy a kiolvasásra kerülő szektorok számát, (ami lényegében a szavak számát foglalja magában, de tört számú szektor nem alkalmazható).

A disc-vezérlőegység gondoskodik a sávok és szektorok automatikus váltásáról. Az utolsó sávról az elsőre nem lehet visszatérni automatikus vezérléssel.

b) Kétgyűjtős FFT

Az FFT egység működése közben bizonyos adatújrarendezések szükségesek. Az adatok újrarendezését hardware címgenerálással segítik elő. A vezérlő-



egység ezen üzemmódjában az egymást követő memóriacímek a következők lesznek: (a ferritmemória címeit hexadecimális számokban adjuk meg):

1000  
1001  
1800  
1801  
1002  
1003  
1802  
1803

.

17 FE  
17 FF  
1 FFE  
1 FFF

A vezérlőegység ezen működése közben nem igényel listát.

c) Négygyűjtős *FFT*.

A négygyűjtős üzemmód ugyanazon blokkból került beépítésre, mint a kétgyűjtős. Az itt alkalmazott címek:

1000  
1001  
1800  
1801  
2000  
2001  
2800  
2801  
1002  
1003  
1802  
1803  
2002  
2003  
2802  
2803

.

17 FE  
17 FF  
1 FFE  
1 FFF  
27 FE  
27 FF  
2 FFE  
2 FFF

d)  $32 \times 64$  egyszavas demultiplexing

Az itt alkalmazott hardware címgenerálás nagymértékben elősegíti a multiplexelt adatok demultiplexelését. Ezen címezési móddal aránylag könnyen lehetővé válik az egyes csatornák egymást követő mintáinak a szétválogatása.

A címezési sor:

N  
N + 32



$N+64$

.

.

$N+20/6$

$N+1$

$N+33$

.

.

$N+2048$

e)  $32 \times 32$  kétszavas demultiplexing

A kétszavas üzemmód célja megegyezik az egyszavasnál említettekkel, azzal a különbséggel, hogy erősítés szó rögzítése esetén lényegében két szó tartozik egy csatorna egyetlen mintapontjához. Amennyiben ezeket a duplaszavakat akarjuk multiplexelt adattárunkból kiemelni, úgy ezt az üzemmódot választjuk.

A generált címek:

$N$

$N+1$

$N+64$

$N+65$

.

.

$N+1984$

$N+1985$

$N+2$

$N+3$

$N+66$

.

.

$N+2047$

$N+2048$

1. — Nincs felhasználva.

2.  $1/2''$  szalagmemória. *TI* — gyártmány, 9 csatornás *IBM* — formátumú szalagot készít  $800 \text{ bpi.}$  adatsűrűséggel.

$75''/\text{sec}$  — szalagsebesség.

3.  $1/2''$  — szalagmemória. *TI* — gyártmány, 9 csatornás *IBM* formátumú szalagot készít  $800 \text{ bpi.}$  adatsűrűséggel.

$75''/\text{sec}$  — szalagsebesség.

4. *A/D* konverter/multiplexer egység.

A konverter/multiplexer egység lényegében megegyezik a *TI DFS III*-as terepi műszerében alkalmazott egységgel. A berendezés 31 csatornát multiplikálhat.

Az *A/D* átalakítás 14 bit + előjel nagyságú szavakat eredményez.

A megvalósítható mintavételi idők:

1, 2, 4 *mS*, amelyek program segítségével állíthatók be.

5. *D/A* konverter/demultiplex egység.

A konverter/demultiplexer egység is azonos a *DFS III*-ban levő egységgel.

A berendezés 31 csatornát demultiplikálhat.



A  $D/A$  – átalakítása során 10 bit + előjel – bit nagyságú szavakat alakít a berendezés analóg jellé. A mintavételi időköz itt is programozható és 1, 2., 4  $\mu$ s-os értékek lehetnek.

6. 1'' – szalagmemória. TI gyártmány, 21 csatornás TIAC formátumú szalagot produkál. A szalagmemória 356 bpi. adatsűrűséggel dolgozik. A szalag sebessége 90''/sec.

7. Gyors Fourier-transzformáló egység (FFT). Mint a disc, ugyanúgy az FFT egység is a nagysebességű szizmikus adatfeldolgozást segíti elő különleges adottságaival. Az FFT-egység szabványos ATI (automatikus átviteli utasítás-sal hívható).

Az FFT-hardware-transzformáló egység az alábbi műveletek elvégzésére alkalmas:

- a) Fourier transzformáció  
2K, 4K, 8K hosszúságú adatsoron.
- b) Inverz Fourier transzformáció  
2K, 4K, 8K hosszúságú adatsoron.
- c) VDP (Vector Dot Point) művelet.
- d) DCP (Direct Cross Product) művelet.

A 4–5-ös számú egységekhez csatlakozik, egy SDW 300-as papírregisztráló, illetve egy Video Monitor (képmegfigyelő) egység. Mindkét egységről indítható a  $D/A$  konverter.

A Vállalat birtokában levő nagymennyiségű analóg mérési eredmény digitális feldolgozását biztosítja a CS – 621, SERCEL berendezés összekapcsolása a TIOPS  $A/D$  konverterével.

A számítógép I/O bemeneteire a viszonylag lassúbb működésű perifériák kerültek. A CPU közvetlen bemenetet (kimenetet) biztosít egy ASR 33-as típusú konzolirógép számára.

Az ASR 33- főbb adatai:

10 kar/sec, simplex üzemmód.

115V/60 Hz táplálás.

Gyors lyukszalag lyukasztó

TALLY 60 kar/sec

115V/60 Hz

Gyors lyukszalagolvasó

REMEX 300 kar/sec

115V/50 Hz

220V/60Hz

Sornyomtató

DATAPRODUCT

356 sor/perc, 80 oszlop.

A számítógép táplálását egy motorgenerátor-egység biztosítja. A motor-generátor bemeneti táplálása 380/220V 50Hz-hálózatról történik. A generátor kimenete 115V/60Hz feszültséget szolgáltat. A maximális terhelhetőség 11,5 KW.

A generátor kimenő feszültsége elektronikusan szabályozott a beállítható névleges értékre.

A számítógép hőmérséklet- és klímakövetelményeit a KARL WEISS cég által szállított 20/60-as klímaberendezés biztosítja.



A *TIOPS* – rendszerhez érkezett hardware diagnosticokat három nagy csoportba foglalhatjuk:

*CPU* – diagnostic

Ez a diagnostic magában foglalja a következő ellenőrzéseket:

utasítások

megszakítások

*TTY*

24K ferritmemória.

*TIOPS* – diagnostic tartalma:

*DMAC*

A *BMAP*-on levő összes periféria vizsgálatát biztosító program-család.

*FFT* – rendszerdiagnostic

18 önálló diagnosticprogramot tartalmaz az egyes működési módok vizsgálatára.

A *TIOPS 880* számítógéppel eddig szerzett tapasztalatok:

A számítógépben alkalmazott magas technológiai szintnek megfelelően az elektronikus meghibásodás aránya igen alacsony.

A perifériák – főleg a bonyolult mechanikát tartalmazók – okozták idáig a legtöbb problémát.

Az alkatrészek kopásából, illetve öregedéséből eredően rendszeres utánállítást és beszügyalazozást igényel a szalagmemória, a lyukszalag-lyukasztó, illetve a lyukszalagolvasó, valamint a *TTY*.

## II. Programrendszer:

Az OKGT Geofizikai Kutatási Üzem számítógép-beruházásában jelentős szempont volt, hogy a gép alapvető szeizmikus programrendszerrel legyen felszerelve, amelyre építve az Üzem fő-profilját jelentő szeizmikus kutatás digitális adatfeldolgozási munkáit megkezdhetjük. A megajánlott programokból, de a feldolgozási eljárások gyors fejlődéséből, továbbá a szeizmikus kutatás egyre bonyolultabbá váló geológiai-geofizikai feladataiból is világosan látható, hogy egyetlen programrendszer sem tekinthető lezárt egésznek, amellyel a most és a jövőben felvetődő minden feladatunkat meg tudjuk oldani. Ezért lényeges szempont volt, hogy a gép programozhatósága és egész konfigurációja lehetővé tegye a korszerű szeizmikus feldolgozási eljárások kidolgozását.

A számítógéppel együtt kapott szeizmikus programok biztosították, hogy a rutinszerű feldolgozást viszonylag rövid időn belül elkezdhetjük; a gép programozását egyszerűsítő és elősegítő általános programrendszer pedig a fejlesztési munkákhoz teremtette meg az alapot.

A programok általában rendszerbe szervezettek, így kezelésük egyszerűbb. Három nagy programrendszer van: az általános programok a *BATCH*, a szeizmikus előfeldolgozási műveletek a *SYTAR*, a szeizmikus feldolgozó programok a *GSP* (General Seismic Package) programrendszerbe tartoznak.

A programrendszerek alapvető szervezése egymáshoz hasonló: a rendszer a lemezen van, a szükséges programot lyukszalagról, vagy a konzolirógépről kérhetjük. Egyidejűleg egy rendszer lehet a gépben; a szükségeset a mágnesszalagról egyszerűen, gyorsan beolvashatjuk a lemezre.



A következőkben ismertetem az általános és a szeizmikus programrendszereket, majd eddigi fejlesztési eredményeinket.

### *Általános programrendszer*

A programozást és programjavítást egyszerűsítő programok a Batch rendszerben működnek, Monitor szervezés alatt. Ide tartozik a *SAP-I* (Symbolic Assembly Program) assembler és a *Fortran IV*. fordítóprogram is. A Fortran az *ASA* (American Standard Association) szabványa szerint készült. A Fortran könyvtári programok (formátum konverziók, lebegőpontos aritmetikai műveletek, standard függvény-rutinok) mágnesszalagon vannak összegyűjtve. Lehetőség van ezek assembly-programokban való felhasználására, valamint Fortran- és assembly-programok összeépítésére is. A külső hivatkozások feloldását, a programok összeépítését a Linkeditor nevű programmal végezhetjük el.

Az általános programrendszerbe tartozik még a szubrutinokat mágnesszalagra generáló, könyvtárkészítő program, a forrásprogram javítására szolgáló korrekciós program, forrás, illetve célprogramot másoló programok stb.

Az assembly-nyelven írt programok vagy stand-alone (önmagukban végrehajtható), vagy valamely rendszerbe írt, abban futtatható programok. A Fortran-nyelven írt programok csak az *RT* Monitor alatt hajthatók végre.

A Monitor rutinjai és egész szervezési rendszere nem szeizmikus, hanem általános feladatokra orientált.

A számítógép matematikai, tudományos programkönyvtárral nincs felszerelve.

### *Szeizmikus előfeldolgozást végző programok*

A rutin szeizmikus programok assembly-nyelven vannak írva. Az általánosan használt szabványos digitális terepi mágnesszalag-formátumok közötti konverzióra az alábbi programjaink vannak:

*SEG B-ről SEG A,*

*SEG A-ról DFS 10k,*

*SEG B-ről DFS 10k* formátumra történő konverzió.

Ezek különálló, nem rendszerbe szervezett programok.

A demultiplexezés, valódi amplitúdó-visszaállítás és a vertikális összegzés műveleteit végrehajtó programok a *SYT AR* rendszerbe tartoznak. A *SEG A*, a *DFS III* és a *DFS 10k* formátumokra egy-egy külön programrendszer van. A feldolgozandó felvételek sorrendjét, az alkalmazandó műveletet és a szükséges paramétereket lyukszalagon kell megadni.

Itt említem meg az analóg felvételek digitalizálását, bár a program a *GSP* rendszerbe tartozik. A konverziót vezérlő program a digitált adatokat a *SYTAR* programrendszer kimenetével azonos, a *GSP* rendszerrel kompatibilis formátumban írja mágnesszalagra.

A szeizmikus feldolgozási műveletek a *GSP* programcsomaggal végezhetők el.

### *Szeizmikus feldolgozó programok*

A *GSP* programcsomagba az alábbi feldolgozó programok tartoznak:

Dinamikus korrekció program – lineáris interpolációval.

Statikus korrekciós program – lépcsős interpolációval.



Közös mélységpontú csatornákat összegező program — maximum 12x-es fedésszámig.

Sávszűrő tervező program — a kívánt vágási frekvenciájú és meredekségű szűrőt megtervezi és csonkítja.

Szűrést végrehajtó program — az elkészített szűrőt szeizmikus csatornákra alkalmazza.

Dekonvolúciós program — Levinson algoritmussal spike dekonvolúciós operátort tervez és alkalmaz.

A programok 2 vagy 4 msec mintavételezésű, 1, 2, vagy 3K hosszúságú csatornák feldolgozására alkalmasak.

A műveletek egy-egy feldolgozási lépés után elektrosztatikus kamerán, vagy a TNR szelvényrajzolon történő kijátszással ellenőrizhetők.

Jelenleg a sebességfüggvény és a statikus korrekciók meghatározása az analóg technikában is alkalmazott speciális mérésekkel és fáradtságos, kézi kiértékelési módszerekkel történik. A kapott programrendszer a gépi lehetőségeket korántsem meríti ki, a digitális szeizmikus feldolgozás jelenlegi nemzetközi szintjétől is elmarad.

Ez a programrendszer azonban biztosította, hogy késlekedés nélkül elkezdhesük a digitális adatfeldolgozást, az új technika alkalmazásával gyakorlatra tegyünk szert és tapasztalatokat szerezzünk a további fejlesztési munkához.

A programrendszer nem minden tekintetben elégitette ki várakozásunkat. Kezelése kissé nehézkes volt, hibajelzései nem mindig tették lehetővé a hiba gyors azonosítását, a bemenő paraméterek megadása nem mindig a legcélszerűbben volt megoldva.

A hibákat, hiányosságokat kijavítottuk, a rendszer kezelését leegyszerűsítettük és rövid időn belül elértük a rutinszerű tömegtermelés szintjét. Ezután láttunk hozzá a fejlesztési munkákhoz.

### *Fejlesztési eredmények*

Kidolgoztunk egy szeizmikus alaprendszert, amely a jövőben elkészítendő hatalmas adattömegeket mozgató, számításigényesebb eljárások célszerű, hatásos elvégzésére is alkalmas.

Elkészítettük azokat a szerviz-programokat, amelyek lehetővé teszik a rendszer gyors, kényelmes kezelését, bővítését.

Az egyre időigényesebb eljárások kidolgozásával rövid időn belül nagyon lényeges lesz a programok futási ideje, ezért a rendszer szervezésében és az egyes programokban is törekedtünk a futási idő minimalizálására.

Az eredeti programrendszerrel szerzett tapasztalataink és elméleti vizsgálataink alapján az új GSP-72 programrendszerbe átirtuk, illetve újraírtuk a szeizmikus alapműveleteket végrehajtó programokat. Az új, nagypontosságú interpolációt alkalmazó korrekciós program a dinamikus és statikus korrekciót egyidejűleg el tudja végezni. A programot úgy terveztük, hogy kompatibilis legyen a kidolgozás alatt álló automatikus sebesség- és reziduál statikust- meghatározó programokkal. Lehetővé tettük a dekonvolúció és a sávszűrő együttes elvégzését is.

Az eredeti rendszerben is meglevő programokon kívül elkészült a csatornákat közös mélységpont szerint rendező program, több, az autó- és retrokorrelációs szelvényt készítő program és az időben változó sávszűrés is.

A GSP-72 rendszer rutinszerűen fut.



A megbízható, hatásos eljárások kidolgozásához feltétlenül szükségesek az elméleti és modellvizsgálatok. Tisztázni kell az egyes műveletek korlátait, adott geológiai-geofizikai probléma megoldásában való alkalmazási lehetőségeit.

Ezen kísérleti számítások egy részét Fortranban végezzük. Ehhez szükség volt a standard Fortrantól eltérő szeizmikus formátumú mágnesszalag kezelésére szubrutinokat írni. Bizonyos ki-bemeneti műveletek kizárásával lehetővé tettük, hogy Fortranban írt programokat a GSP-72 rendszerben is futtathassunk.

Elméleti vizsgálatainkról és eredményeinkről az Egyesület előadói ülésein rendszeresen beszámolunk.

A Geofizikai Kutatási Üzem jelentős szellemi erőt fordít a fejlesztési munkákra. Remélhetőleg a jövőben még az eddiginél is jelentősebb támogatásra számíthatunk. Bízunk abban, hogy egy-két éven belül lehetőségeinkhez képest korszerű, hatásos programrendszert tudunk kidolgozni.

## EGYESÜLETI HÍREK

Hibajegyzék a MAGYAR GEOFIZIKA XIII. évf. 3. számában a 104–111. o.

HAÁZ ISTVÁN: „Gravitációs és földmágneses anomáliák háromdimenziós értelmezése” című cikkéhez.

Oldal	Hely	Hibás	Helyes
105	7. sor	gépesítésre	gépesítésre
105	(3) képlet	$\gamma$	$V$ (dölt $V$ betű)
107	14 – 15. sor	deriváltjának	deriváltjainak
108	* utáni 2. sor	$I$ (dölt $I$ )	$I$
108	(19) képlet utáni sor	$J_x, J_y, J_z$	$I_x, I_y, I_z$
108	(20) képlet	$U_{zx}$	$u_{zx}$
108	(20) képlet	$u_{yy}$	$u_{zy}$
108	(21) képlet	$U_{xx}$	$u_{xx}$
109	(23) képlet	$\varphi_{zz}$	$I_z \varphi_{zz}$
110	(30) képlet	$+ I_z \arctg \frac{ab}{cr}$	$- I_z \arctg \frac{ab}{cr}$



# Az Eötvös Loránd Geofizikai Intézetben működő MINSZK-32 számítógép

ZILAH I - SEBESS L ÁSZLÓ

*ЭВМ типа Минск-32, применяющаяся Венгерским геофизическим институтом им. Л. Этвеша*

*Die Rechenmaschine MINSZK-32, die im Geophysikalischen Institut Loránd Eötvös eingesetzt wurde.*

Az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet *MINSZK-32* típusú számítógépét 1971 folyamán állította a földtani, elsősorban geofizikai problémák szolgáltatába. A *MINSZK-32* a Szovjetunióban gyártott számítógépek közül a legfiatalabbak közé tartozik. Tervezésénél felhasználták a *MINSZK-2/22* és a *BESZM-6* gépek gyártásánál szerzett tapasztalatokat. Mind műszaki, mind programozástechnikai felszereltsége jelentős fejlődést mutat a régebbi számítógépekkel szemben.

Hardware konfigurációja alkalmassá teszi mind matematikai-mérnöki számítások elvégzésére, mind adatfeldolgozásra. Rendszertechnikája hasonlít az *IBM 360*-éhoz, azonban 2. generációs elemekből felépítve. Standard interface csatlakozója könnyűvé teszi bármilyen periféria illesztését. Csatolható perifériák száma 136.

A *MINSZK-32* alapvetően szószervezésű gép.

Ez az aritmetikai jellegű utasításokat gyorsítja meg.

A teljes gépi szó speciális részeinek címezhetősége megkönnyíti a szöveges információk feldolgozását, tehát a gép adatfeldolgozásra is alkalmas.

Közepes műveleti sebessége, *50-60 000 utasítás/sec.* már számos, a geofizika területén jelentkező feladat gazdaságos megoldását biztosítja.

A szóhossz (*37 bit*) elegendő arra, hogy a legtöbb számításnál biztosítsa a kellő pontosságot. Igen ritkán fordul elő olyan számítás a geofizikai feladatoknál, ahol ennél nagyobb pontosság lenne szükséges; így a műveleti időt jelentősen növelő dupla pontosságú műveletekre általában nincs szükség.

A *MINSZK-32* kétcímű gép, s ez azt jelenti, hogy utasításai a legtöbb esetben teljes értékű műveletet adnak a tényezők kiválasztásával és az eredmény tárolásával.

A programozás hatékonyságát igen megnöveli a változatos műveleti kódrendszer. Aritmetikai utasításai közt megtalálhatók az egész, fixpontos és lebegőpontos műveletek.

A fixpontos és egész műveletek, mind bináris, mind decimális formában megtalálhatók az utasítás rendszerben.

A *MINSZK-32* központi memóriája *65 536* szó kapacitású. Ez a memóriakapacitás lehetővé teszi nagy adatrendszerek bonyolult feldolgozását. Az operatív feldolgozást biztosító memória-kapacitást egészítik ki a perifériális berendezések. Az *ELGI*-ben üzemelő *MINSZK-32* perifériális berendezései intézetünk sajátos profiljának megfelelően az alapösszetételtől eltérők.

A feldolgozás menetét írógép irányítja. Ezen lehet a feldolgozást megindítani, várakoztatni, ezen az írógépen íratja ki a programozó a program futása



alatti tennivalókat, tájékoztatja a gépkezelőket az egységek esetleges meghibásodásáról, közli az időt stb.

A *lyukszalagos* bemenetet egy *FS 1501* típusú cseh berendezés biztosítja, mind 5, mind 8 csatornás lyukszalagokra. Az olvasás szimbólumként, vagy szimbólum-tömbönként történik. A szimbólumok paritása 8 csatornás lyukszalag esetén állandó kell legyen.

A *lyukkártya-bemenet* szovjet gyártmányú berendezés biztosítja. Az információolvasás kétféle módon történik:

1. A *SZU*-beli *GOSZT* (állami) szabvány szerinti lyukkártyakódnak megfelelően, vagy binárisan (egy oszlop két szimbólumnak felel meg). A bináris olvasási mód adja meg a lehetőséget, hogy tetszőleges kártyakódnak megfelelő olvasó programokat alakíthassunk ki. Maximális olvasási sebesség *600 kártya/perc*.

Az információk kivitele, hasonlóképpen a bemeneti egységekhez, mind lyukszalagon, mind lyukkártyán történhet.

*Lyukszalag-kimenetként* szovjet és svéd (*Facit*) lyukszalagperforátorok szolgálnak (*75*, ill. *80 jel/sec* lyukasztási sebességgel). Az információt ki lehet vinni mind 5, mind 8 csatornás lyukszalagra, de általában csak a 8 csatornás kimenet biztosított.

A *lyukkártya-kimenet* az eredeti kártyalyukasztóval történik. Lyukasztási sebesség *6000 kártya/óra*.

A lyukasztás a szovjet állami szabvány szerinti kódban, vagy bináris formában történhet. A bináris lyukasztási lehetőséget felhasználva tetszőleges kártyakódoknak megfelelő kiviteli programok készíthetők.

Az információ nyomtatását a szovjet gyártmányú széles nyomtatón végezteshetjük el. A nyomtatón egy sorban *128* jel írható.

A nyomtató jelkészlete számokból, a ciril és a latin abc nagybetűiből és néhány speciális jelből áll. A nyomtatási sebesség *400 sor/perc*.

A nagytömegű információ tárolására szolgál a 8 db szovjet mágnesszalagos egység.

A mágnesszalagok mérete a nemzetközi *1/2* inches méretnek felel meg.

A mágnesszalagok tárolókapacitása a mágnesszalagok hosszától, a felírás sűrűségétől és a felírt zónák méretétől függ.

A *MINSZK-32* egységeire helyezhető mágnesszalagokon maximálisan *20 millió* szimbólum írható fel. Egy szimbólum *7 bit*-ből áll. Az átviteli sebesség, ha már a zónát megtalálta a gép, *64 000 szimbólum/mp*.

Folyamatban van a mágnesszalagos egységek számának bővítése két *AMPEX* típusú mágnesszalagos egységgel. A műszaki illesztés folyamatban van.

Az angol *CIL* plotter műszaki illesztése befejeződött. A gépi rajzoltatáshoz szükséges alapvető programok elkészültek.

Az *ELGI MINSZK-32* hardware konfigurációjának bővítése tervében még mágneslemez-memória csatolása is szerepel. Ez a munka is megkezdődött.

További hardware-bővítésnek számít az *ELGI*-ben kifejlesztett szeizmikus segédberendezések illesztése a számítóközponthoz. A szeizmikus segédberendezések illesztése a múlt évben olyan sikeres volt, hogy ennek következtében már a rendszeres digitális szeizmikus adatfeldolgozás is megindulhat.

Mint a fentiekből kitűnik, a *MINSZK-32*-höz csatlakoztatható segédberendezések száma igen nagy. A további bővítés lehetősége is fennáll. A gép



vásárlásánál éppen az volt a főszempont, hogy a berendezés a fejlődő szükségletnek megfelelően bővíthető legyen.

A gép műszaki felépítése lehetővé teszi, hogy egyidejűleg több feladat is futtatható legyen, tehát a *MINSZK-32* multiprogramozható. A feladatok futtatását a *MINSZK*-i Matematikai Intézetben kidolgozott *DISZPECSER*-nevű programrendszer végzi.

Egyidejűleg 4 munkaprogram futtat, ha az egyes programok futtatásához szükséges körülmények adva vannak (pl. van elegendő operatív memória, mágnesszalagos egység, nyomtató stb.). Az *ELGI* a multiprogramozási lehetőségeket nagymértékben kihasználja. A multiprogramozás esetén a számítóközpont lényegesen gazdaságosabban működik, mintha csak egy feladatot hajtana végre.

A számítóközpont multiprogramozásos üzemmódjának biztosítása széles körű szervezőmunkát igényel.

Biztosítani kell, hogy lehetőleg olyan programok készüljenek, amelyek nem használják ki a teljes operatív memóriakapacitást és a perifériákat nem foglalják fölőleszen, mert ellenkező esetben szabad periféria vagy memória hiányában más feladatok már nem teljesíthetők.

A *MINSZK-32* gép programozása néhány gépi-kódos programtól eltekintve, szimbolikus programnyelven történik.

A szimbolikus „*cck*” nyelvű programot fordító-program írja át ún. elhelyezési nyelvre, amely már igen közel áll a gépi kódhoz, de biztosítja, hogy a lefordított program az operatív memória bármelyik helyén működhessen.

A lefordított programok minden esetben olyan alakúak, hogy tetszőleges más program is felhasználhassa. A programok csatolását külön program végzi. A csatolandó programokat mágnesszalagokon kell tárolni. Ezekről gyűjti össze a gyűjtőprogram a nevük alapján. Ez a program teszi lehetővé a már elkészült programok automatikus felhasználhatóságát.

A *MINSZK-32*-vel átadott szubrutinok száma eredetileg igen csekély volt, de ma már az *ELGI* programozóinak munkája következtében a felsorolásuk is nehézségbe ütközne. Elkészültek az *ELGI*-ben az alapvető be- és kiviteli szubrutinok, az elemi függvények helyettesítési értékét szolgáltató szubrutinok (szinus, coszinus, exponenciális, logaritmus stb. függvények).

Elkészült a lineáris egyenletrendszert megoldó szubrutin.

A szubrutin az operatív memóriában tárolható egyenletrendszerek megoldására alkalmas, Ez azt jelenti, hogy az egyenletrendszer jobb és bal oldala, valamint a megoldás tömbje be kell férjen 40 000 rekeszbe.

A szubrutin főprogram alakjában is megtalálható s ez esetben program írása nélkül is felhasználható. A főprogram jelenlegi változatában maximálisan 5000 együttható szerepelhet.

A lineáris egyenletrendszernek több jobb oldala is lehet.

Ellenőrzött szubrutin készült a mátrix inverzióra is.

A fenti szubrutinokat alkalmazva program készült diszkrét pontokban mért értékeket közelítő függvények optimális paramétereinek meghatározására a legkisebb négyzetek elvének alkalmazásával. A szubrutin teljesen általános és felhasználható minden olyan esetben, amikor a feladat linearizálható.

Geofizikai feladatokra készült programok közül az első helyen az elsőleges földolgozást biztosító szeizmikus programcsomagot kell megemlíteni. Ez a programrendszer tartalmazza a szeizmikus digitális magnetofonról való beadást, demultiplexelést, statikus és dinamikus korrekciót, a közös mélységi pont sze-



rinti gyűjtést és összegezést, frekvenciaszűrést és dekonvolúciót és az eredmények megjelenítését. A programrendszer könnyebb felhasználását biztosítja az, hogy az említett műveletek a tevékenységükre jellemző nevekkal hívhatók. A rendszer részletesebb ismertetése már a március havi szeizmikus klubdelutánon megtörtént.

A geoelektromos kutatások területén elkészült a *MINSZK-32*-re is a több vízszintes elektromos réteg elméleti görbeseregét számító programrendszer és a kiszámított görbesereget rajzoló programrendszer. Ez a *CIL* plotter első hazai geofizikus jellegű felhasználása. A *CIL* plotter programrendszerének fejlesztésében a soron következő feladat általános görberajzoló szubrutin kidolgozása és a számok és betűk rajzoló rendszerének kidolgozása.

Az említett szubrutinok kidolgozása után meg lesz a lehetőség egy izovonalas térképrajzoló programrendszer kidolgozására.

A mélyfúrási geofizikai feladatok közül elkészültek az *OKGT* megbízásából a *MINSZK-32* számítógépre a litológiai paraméterek számítását és a litológiai tagolást mélységpontonként végző programok. Folyamatban van programrendszer készítése két mélyfúrási görbéből nomogram felhasználásával történő kiértékelésére.

A gravitációs térképek lienáris transzformálására (másodlagos feldolgozások, szűrések) szubrutin és főprogram készült, amely már a gyakorlatban is bevált.

Téglatest alakú ható  $\Delta g$  hatását számító szubrutin készült.

A szubrutin modelltestek gravitációs  $\Delta g$  hatásának kiszámítására alkalmas és alapját képezheti egy rétegmélység-interpoláló programnak, tehát a hatószámításnak.

Az elkészült programok felsorolása sem lehet teljes, még kevésbé a tervezett programoké.

Mindenesetre egy évi üzemeltetés után megállapítható, hogy a *MINSZK-32* üzembeállítása a hazai geofizikai értelmezés fejlesztésének jelentős állomása volt.

## Lapszemle

*Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat*, 105. évf. 8. sz. 1972. augusztus.

*Szádeczky-Kardoss Elemér*: Geonómia és társadalom, 545–550. oldal. A MTA X. Föld- és Bányászati Tud. Osztályának 1972. május 11-én tartott nyilvános ülésén elhangzott előadás.

Szerző körvonalazza a Föld speciális jellegét a többi égitesthez viszonyítva, majd meghatározza a geonómia alapvonásait. Bemutatja a geonómia és az általuk befolyásolt kozmikus tényezők néhány hatását közvetlen környezetükre és ezen keresztül a magas fejlettségű életre és társadalomra. Végül foglalkozik a szerző a geonómiának az általános szemléletre, az ismeretekre való hatásával. Leszögezi, hogy a geonómiai dinamizmus pontosabb ismerete szükséges:

1. a helyes távlati tervezéshez;
2. a természetátalakítási munkálatok optimális irányának és helyének kijelöléséhez;
3. a környezetvédelem kérdésének általános és mélyreható megoldásához;
4. az előrejelzések, tervmunkálatok, a szemléletet befolyásoló információk útján a jövő hasznos befolyásolásához;
5. az emberi élet észszerű beosztásához, a szervezéshez, a társadalmi vezetéshez, a civilizáció célszerű fejlesztéséhez.

A közművelődés fejlesztésének is elsőrendű érdeke tehát a geonómia fokozott művelése és a vonatkozó ismeretek terjesztése.

T. G.



# A CDC 3300 számítógép és a rajta végzett geofizikai számítások ismertetése

VARGA GYULA

*Описание ЭВМ типа CDC и проведенных при ее помощи геофизических вычислений.*

*Die Rechenmaschine CDC und die mit ihrer Hilfe durchgeführten geophysikalischen Berechnungen.*

Az MTA-nak már másfél éve van tulajdonában a Control Data cég által gyártott 3300-as típusú elektronikus számológép. Az alábbiakban erről adunk vázlatos áttekintést.

A CDC 3300-as számológép szószervezésű, második generációs tranzisztoros gép. Hazai viszonylatban nagyteljesítményűnek és nagysebességűnek számít. Sokoldalú használatának lehetőségét biztosítja a gép konfigurációs adottságain kívül az MTA Számítástechnikai Központjában dolgozó munkatársak munkája is, amely nagyban hozzájárult ahhoz, hogy a gép igen sok intézmény figyelmét felkeltette, s a hazai számítástechnika életében már eddigi rövid működése alatt is fontos tényezővé vált.

Ha felhasználási területeiről akár csak vázlatos képet is akarunk adni, először is a géphez való hozzáférésről, vagyis a lehetséges programozási nyelvekről kell néhány szót szólnunk. A gépre programot lehet készíteni saját assembly nyelvén a COMPASS-ban; azonkívül ALGOL-ban, FORTRAN-ban és COBOL-ban. Természettudományos viszonylatban ezek a legfontosabbak. Más algoritmikus nyelvek használatának lehetőségét az dönti el, hogy rendelkezik-e a Központ az illető nyelv kompilierjével.

Az imént felsorolt programozási nyelvek a gép felhasználásának széles skáláját biztosítják. A COMPASS nyelvet főként az ún. rendszerprogramok készítésére használják. Tudományos és technikai jellegű programok írására a FORTRAN és ALGOL nyelvek használata a legcélszerűbb. Meg kell említenünk, hogy, mint általában minden amerikai gépnél, a FORTRAN praktikusabban alkalmazható, az ALGOL pedig, noha a cég mellékelte a géphez kompilert erre a nyelvre is üzleti szempontokból, úgyszólván holt nyelvnek számít. A kompilert nehezebb, s az ALGOL programok lassabban futnak, mint az ugyanazon módszerre készült FORTRAN programok. A COBOL főként adatfeldolgozási, ügyvitelszervezési és egyéb közgazdasági feladatok gépre vitelében játszik fontos szerepet. A központ munkatársai több intézménnyel vannak kapcsolatban, amelyek ilyen természetű feladatok programozására adtak megbízást.

A MTA amellet, hogy külső intézményektől, vállalatoktól is elfogad számítástechnikai feladatok megoldására szóló megbízásokat, természetesen fontosnak tartja, hogy saját intézményei ilyen irányú igényeit kielégítse, és ezek az intézmények bizonyos kedvezményeket élvezzenek e téren. E célból ingyenes gépidőkereteket és egyéb kedvezményeket biztosít, hogy elősegítse a tudomány különböző területein a gép működése által lehetővé vált modern kutatási eljárások használatát.



Az alábbiakban a gép hardware-konfigurációjáról adunk vázlatos ismertetést. A gép modul-rendszerű. Ez azt jelenti, hogy bizonyos egységek jelenléte a gép működését hatásosabbá teszi, de ezek elhagyásával a gép még működőképes marad. Ezek után felsoroljuk a gép működése szempontjából fontosabb egységeket. A gép vezérlését a központi vezérlőegység végzi. Mivel a központi egység munkája sokkal gyorsabb, mint a perifériáké, ezért ez utóbbiak önálló vezérlésűek. A központi egység csak elindítja ezek működését, de azok saját blokk-vezérlésükkel végzik munkájukat. Ez a tény lényeges a multiprogramozás szempontjából.

A lebegőpontos modul a lebegőpontos műveletek végzését könnyíti meg. (Ennek hiányában lebegőpontos műveletek szimulálhatók.)

A multiprogramozási modul több program egyszerre történő kezelését teszi lehetővé a megfelelő operációs rendszer segítségével.

A gép lyukkártya- és lyukszalagolvasó-bemenettel, valamint konzol-írógéppel rendelkezik. Ez utóbbi inkább a gép és a kezelőszemélyzet közti üzenetváltásra, vagyis a kezelőszemélyzetnek a gép munkájába való közvetlen beavatkozásra szolgál.

A kimeneti egységek: a sornyomtató, papírszalaglyukasztó, kártyalyukasztó, plotter és display.

A gép memóriája is modulrendszerű. Az operatív mágnesmag memória nagysága minimálisan  $8K$ , maximálisan  $256K$  ( $K=2^{10}$ ) 24 bites szó. A mi gépünk  $64K$  operatív memóriával rendelkezik, de további  $16K$  beszerzése a cégtől tervbe van véve.

A gép ezenkívül rendelkezik 3 db mágnesszalag egységgel és 3 db mágneslemez egységgel. Ez utóbbiak egyikén foglal helyet a gép operációs rendszere. Ezek az egységek nagy adattömegek tárolására alkalmasak. Itt vannak tárolva a továbbiakban említésre kerülő programkönyvtárak is.

A perifériális berendezések közül a plotterről még a következőket említjük meg: kb. 25 cm széles papírtekercsre képes valamely ábrát kirajzolni, lépéshossza  $1/4$  milliméter. ALGOL-ban és FORTRAN-ban készíthető hozzá program.

A segédberendezések között nem utolsó sorban kell megemlítenünk a légkondicionáló berendezést, amely a gép optimális körülmények közötti üzemeltetéséhez szükséges. Ez egyben arról is gondoskodik, hogy ha bizonyos klímafeltételek nem teljesülnek, a gép üzemelését megszakítsa.

A gép kettes számrendszerben dolgozik, fixpontos és lebegőpontos számábrázolású. A lebegőpontos számok ábrázolása 2 memóriarekeszt vesz igénybe. A fixpontos egészeké 1 vagy 2 memóriarekeszt.

A gép utasítás-rendszere egycímű. Az operandusok szó- vagy karakterjellegűek lehetnek, és ennek megfelelően címezhetők. Címmódosítás és indirekt címzés is lehetséges. Egy gépi utasítás 1–2 vagy 3 rekeszben foglal helyet az utasítás természetétől függően. Az operandusok alfanumerikus jelekből állnak.

A gép működtetése a MASTER operációs rendszerrel történik. Ez a rendszer a multiprogramozási modul segítségével képes egyszerre több program kezelésére is, azokat prioritásuknak megfelelően klasszifikálja és gondoskodik a programok belső adminisztrálásáról. Megszakítási rendszere a futás során keletkezett hibák felderítéséhez ad segítséget. A programunkkal kapcsolatos igényeinket a programhoz csatolt ún. vezérlőkártyák segítségével közölhetjük a MASTER-rel. A hatékony programozást segítik elő a könyvtári szubrutinok. Intézetünk más, CDC 3300-as gépet használó intézményektől szubrutinkönyv-



tárakat kapott. Legfontosabbak az oslói és a montreali szubrutinkönyvtárak. Ezek *FORTRAN* nyelven írt programokat tartalmaznak. A hozzáférési lehetőségekről az intézet kiadványai adnak leírást. Ezek a könyvtárak felölelik a lineáris algebra feladatait, gyökkeresést, polinomfaktorizálást, quadratúrát, mátrixműveleteket, speciális függvényeket, interpolációt stb. Ezeken kívül az intézetben a Numerikus Módszerek Osztályának munkatervében saját programkönyvtár összeállítása is szerepel.

A MTA *CDC 3300*-as gépén a geofizikai alkalmazások és kutatási feladatok is helyet kaptak. A MTA soproni geofizikai intézete részére már gépünk elődjén, az *URAL-2*-es gépen is készítettünk programokat. Sajnos, a gép korlátozott lehetőségei miatt sok nehézséggel találtuk magunkat szemben. Mégis elkészült, és részben le is futott két autókód program. Berdicsevszkij cikke nyomán egy izotrop rétegsor látszólagos fajlagos ellenállásának meghatározására szolgáló program és O'Brien és Morrison cikke nyomán hasonló feladat anizotrop rétegsorra. A *CDC* gép megérkezésekor ezeket a programokat *ALGOL*-ra, illetve *FORTRAN*-ra átvittük, s azóta a felhasználók rendelkezésére állnak. Geofizikai feladatoknál a *FORTRAN* nyelv bizonyult különösen alkalmasnak programok készítésére, mert ez a nyelv lehetővé teszi (az általunk használt változatban), hogy valamely operandust komplexnek deklaráljunk. E nélkül a lehetőség nélkül pl. nehézkes lenne *ar ch z* programozása. Ezenkívül készült még egy *ALGOL* program *E-H* regisztrátumok szűrésére és a szűrt adatokból az impedancia és admittancia tenzor elemeinek a kiszámítására.

A gép belsejében az adatok *BCD* kódban vannak ábrázolva. Némely berendezés, pl. a regisztrátumok digitalizálására szolgáló berendezések, az adatokat telex kódban adja meg. Ennek áthidalására előkészületben van egy program készítése, amely a két rendszer között a szükséges konverziót végzi el. A megfelelő konvertáló szubrutinok rendelkezésünkre állnak. Az eddig elkészült geofizikai tárgyú programok használatának módjáról készséggel adunk felvilágosításokat.

A gép felhasználásának a feltételeit az MTA Számítástechnikai Központ feladatszervező csoportjánál lehet megtudni. Az eddigi rendelkezések alapján külső, nem akadémiai intézmények részére a gépidő díja *15 000,- Ft/óra*. Akadémiai intézmények számára ingyenes gépidőkeretek és kedvezményes gépidők állnak rendelkezésre. Külső felhasználók a gépet saját programjaik futtatására is felhasználhatják vagy az intézet munkatársai készítenek programot részükre az intézettel kötött szerződés alapján.

Az eddigi tapasztalatok a gép megbízható munkáját mutatták. A gép egy-két alkatrészének meghibásodásától eltekintve kifogástalanul működött, és körülötte komoly programozó és kutató gárda alakult ki. A software-anyag fejlesztése és az állandó tanácsadó ügyelet megszervezése a vezetés magas színvonaláról tanúskodik.

A MTA nagy gondot fordított a gép működésének megindítására és tanfolyamokkal, valamint kiadványokkal segíti az érdeklődőket és intézményeket, és a felhasználókkal állandó kapcsolatot tart fenn, hogy igényeiket, problémáikat megismerje és magasszintű szolgáltatásaival az elméleti és gyakorlati kutatások ügyét elősegítse.



# A HP 2114B számítógép és a rajta végzett geofizikai számítások ismertetése

V E R Ő J Ó Z S E F

*Описание ЭВМ типа HP 2114B и проведенных при ее помощи геофизических вычислений.*

*Die Rechenmaschine HP 2114B und die mit ihrer Hilfe durchgeführten Berechnungen.*

A MTA Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézetében másfél év óta működik egy 2114B típusú, Hewlett – Packard gyártmányú számítógép.

A gép az Intézet viszonylag kisebb memória-igényű számításainak elvégzésére szolgál, a rá készült programok nagyobb része geodéziai jellegű. Geofizikai célra részben magnetotellurikus adatfeldolgozás és elméleti görbeszámítás, részben ionoszférikus elektronsűrűségszámítás végrehajtására használtuk eddig fel. A gép kisméretű, harmadik generációs, általános felhasználhatóságú számítógép.

Magától értetődik, hogy a HP mérő- és regisztráló-rendszerekkel kompatibilis, és sokféle input-output berendezés csatlakoztatható hozzá. A hardware és software tervezésénél külön gondot fordítottak arra, hogy lehetővé tegyék a real-time kapcsolatokat.

A gép szóhossza 16 bit; a memória tárolókapacitása alapkivitelben 4K, az Intézetben meglevő gépnél 8K.

Ezen az opción kívül még mások is lehetségesek; paritás-ellenőrzés, a memória tartalmának megőrzése áramkiesés esetén, 2  $\mu$ s-os adatátvitel és memória-hozzáférés (HP input/output rendszerek automatikus ellenőrzéséhez).

A gép fogyasztása 5–800 watt, levegő-hűtésű (15 m<sup>3</sup>/perc), névlegesen 10 és 40° C között használható, de tapasztalataink szerint 25° C felett már zavarok jelentkeznek nála. Mérete: 42×30×62 cm (a központi egység), súlya 43 kg, ezenkívül a teleprinter képez külön egységet. Alapkonfigurációban 7, extenderrel 24 I/O egység használható hozzá. Jelenleg csak egy normális teleprinterünk van, ennek napi üzemideje az 5 órát nem haladhatja meg.

A gép alaplukusa 2  $\mu$ s, egy-egy alaputasítás végrehajtási ideje 2–4,5  $\mu$ s. A memória 8, 1024 szóból álló page-re oszlik. A 7 munka-rekesz közül a gép előlapjáról a memória címe és tartalma olvasható le. Két teljesen független akkumulátor-regiszter között is végrehajthatók a műveletek.

Az utasítások rendszere 70 alap-utasítást tartalmaz. A perifériák kapcsolása egyszerűen interface-kártyák berakásával történik.

A gép a nálunk meglevő összeállításban elvileg assembler-nyelvén, basic-nyelvén, Fortran- és Algol nyelvén programozható. A Fortran a kibővített ASA Basic Fortran, az Algol pedig az Algol 60 változata.

Fortran-, Algol- és assembler-nyelven programkönyvtár áll rendelkezésre (alapfüggvények, exponenciális és aritmetikai függvények, egész és valós számok konvertálása input és output műveleteknél stb.).



Ezek a fordító-programok a memóriának viszonylag kisebb részét (2K körül) foglalják el, viszont minden programhoz szükséges beadásuk a jelenleg meglevő olvasón kb. 1 órát vesz igénybe. A megrendelt, de még meg nem kapott gyorsolvasóval ez a probléma meg fog oldódni.

Az assembler-nyelv használatára most folynak az első lépések.

A basic-nyelv talán kevésbé ismert, s ezért néhány szót érdemes szólni róla. Megteremtője 1963-ban a Dartmouth (USA) egyetemen Kemény és Kurtz professzor volt. Az eredeti basic 8 utasítását (Let, Go to, If ... then, For ... Next, Print, Input, Stop, End) elsőéves egyetemi hallgatóknak 2 óra alatt tanították meg. A HP kibővített formában használja, kb. 15 utasítással. Emellett az összes alapfüggvények és a matrix-műveletek is szerepelnek benne.

Nagy előnye a nyelvnek, hogy valós és egész számokat nem kell megkülönböztetni, emellett formatfree nyelv, alig van benne a teleprinterre vonatkozó utasítás (sorváltás, szóköz). Így a ciklusváltozó lehet valós szám, sőt aritmetikai kifejezés is. Nagyon sokféle (70) és pontosan definiált error-messageközi a program futása közben felmerülő problémákat.

Ennek megfelelően a fordítóprogram 6K memóriát foglal el, s a program részére összesen 2K memória áll rendelkezésre. Ezzel szemben a fordítóprogram megőrődik.

Megjegyzendő, hogy a legnagyobb, 2116B típusú HP gép memóriája maximum 32K lehet.

A teleprinter 2752A típusú, 10 karakter/sec sebességű írásban és szalagolvasásban egyaránt. A lyukszalag kódja ASC II, 8 csatornás. A megrendelt gyorsolvasó sebessége 500 karakter/sec, ugyancsak törekedünk egy heavy-duty teleprinter beszerzésére is.

Amint az eddigiekből kiderül, eddig kizárólag basic-programokat készítettünk, s a következőkben az ilyen irányú tapasztalatokat ismertetjük.

A HP-gépet elsősorban a számításigényes, de viszonylag kevés adatot tartalmazó feladatok megoldására használjuk. A kevés adat kikötése azért szerepel, mert a memória maradék 2K-s részébe el nem férő adatokat a program futása közben kell a teleprinteren begépelni, így utólagos hibajavítás nem lehetséges.

A lyukszalagról történő adatbeadás nehézkes és a szalag előre való elkészítése csak az egyetlen meglevő teleprinteren történhetik, tehát ezzel a gép igénybevétele nem csökken.

Amint a bevezetőben említettük, a gépet eddig magnetotellurikus és ionoszférikus számítások elvégzésére használtuk fel. Emellett természetesen számos, egyéb területre tartozó program is készült.

A magnetotellurikus adatfeldolgozó rendszer, amely CDC 3300-as számítógépre készült, sok olyan rész-problémát vetett fel, amelyen a HP-n meg tudunk oldani. A teljes program HP futtatására nem volt lehetőség, mert a több ezer adat a memóriában nem tárolható, így a programrendszer egy-egy részét szimuláltuk a HP-n a CDC-n végzett számításokból vett kiinduló adatokkal. Nagyon előnyösen használható ehhez a matrix-aritmetika (pl. a matrix invertálása egyetlen utasítás). A szimulált rész-számítás nagyságát általában a rendelkezésre álló memória szabta meg. Az elhelyezhető matrix maximális mérete  $16 \times 16$ , illetve 250 adat. Ilyen módon a CDC program egyes szubrutin-szerű részeit a HP-n előzetesen ellenőriztük.

A másik programot, amely szintén a MT impedanciatenzor elemeinek meghatározására szolgál, először szintén a HP-re írtuk meg. A feldolgozandó



adatok nagy száma miatt ezt is kénytelenek voltunk a *CDC*-re áttenni. Ezen *Fortran*-nyelvű program egyik szubrutinja (a *MT* tenzor forgatása) kis változtatással *basic*-nyelven jelenleg is futtatható a *HP*-n.

Nagyon célszerűnek bizonyult az izotróp *MT* elméleti görbéket számító program. Ezzel rövid idő alatt sokréteges modellel lehet megközelíteni a mért *MT*-görbéket.

Mindezek a programok olyanok, hogy a számítási idő lényegében a teleprinter működési idejével egyezik meg, illetve az a számítási idő, amely alatt a teleprinter nem működik, kevesebb a teljes idő 10%-nál. A *basic* pontossága (6 értékes jegy) is elegendő.

Az ionoszférikus programok közül: a függőlegesen kisugárzott rádióhullámokkal végzett szondázás adatainak feldolgozásánál a látszólagos magasságértékekből a valódi magasság-értékek egy háromszögmatrix segítségével vehetők le, ennek elemeit *HP*-n határoztuk meg.

Ugyancsak program készült a magnetoszféra és az ionoszféra magnetohidrodinamikusan hullámokra vonatkozó átviteli együtthatójának számítására. Ennél a két programnál is a teleprinter ideje szabja meg a számítási időt.

Az elektronsűrűség-szelvény számítására szolgáló programnál a fennmaradó 2K memóriát teljes egészében lefoglaljuk, elsősorban az ionogrammból kiolvasott látszólagos magasságértékekből a valódi magasságokat számító program-résszel. A program meghatározza a teljes elektrontartalmat és a félrétegvastagságot is. Itt az eddigiekkel ellentétben a számítási idő 95%-a valódi számítási idő. Egyetlen rövid elektron-sűrűség-szelvény számítása 20–30 percig tart. E miatt és a memória kimerülése miatt (közepesen hosszabb szelvények már nem futtathatók) a programot a *CDC 3300*-ra tervezzük áttenni. Ebben a programban nagyon jól lehetett azt a lehetőséget kihasználni, hogy a ciklusban a növekmény-paraméter valós szám is lehet.

A gép a másfél év alatt egyszer hibásodott meg, általában gyenge pontja a teleprinter. Sajnos, javítása, karbantartása elég bonyolult (külföldről történt).

Igénybevételére egyelőre még külső intézményeknek is lenne lehetőségük, tekintettel arra, hogy terhelése (a napi 5 órán belül) nem éri el a 100%-ot.

## Lapszemle

*Földtani kutatás:* XV. évf. 1–2. sz. 1972.

*Barta György:* Magyar Geofizikusok szerepe a nemzetközi geofizikai szervezetekben, 9–10. oldal.

*Baráth István:* A KGST Földtani Állandó Bizottságának szerepe a geofizikai műszerfejlesztésben, 15–22. oldal.

*Balla Zoltán:* A Kelet-mongóliai ércutató módszereiről. 51–57. oldal.

*Hobot J. – Király E.:* Mongóliai komplex vízkutató expedíciók munkája 1967–1970. között, 58–67. oldal.

A többi geofizikai módszert alkalmazó expedíciók az 1967–1970. években, mintegy 11 000 km<sup>2</sup>-t kitevő területet kutattak át hidrogeológiai szempontból. Az alkalmazott módszerek: a gravitációs, geoelektromos szondázás és a tellurikus módszer, és bizonyos mértékben a mágneses módszer is. A kutatások eredményeképpen olyan területeken is vállalkoztak fúrások kitérésére, ahol eddig kevés eredmény mutatkozott. A kutatások folytatódnak.

T. G.



# Az ELTE Geofizikai Tanszékén használt számítógépek és a velük végzett munka ismertetése

MESKÓ ATTILA

*Описание ЭВМ, применяющихся Геофизической кафедрой Будапештского университета и работы с ними.*

*Besprechung der bei der Geophysikalischen Lehrkanzel der Universität Loránd Eötvös angewandten Rechenmaschinen und der mit Hilfe dieser durchgeführten Untersuchungen.*

## Bevezetés

Az ELTE Geofizikai Tanszéke saját számítógéppel nem rendelkezik. Lehetőségünk van azonban arra, hogy igénybe vegyünk az Egyetemi Számítóközpont *RAZDAN-3*, az ELTE Számítóközpontjának *ODRA-1013* és az MTA Számítástechnikai Központjának *CDC-3300* számítógépeit.

A *CDC 3300* ismertetésével egy másik előadás foglalkozik, emiatt figyelmünket az első két helyen említett számítógép ismertetésére koncentráljuk. Indokolja ezt a döntést az a tény is, hogy a *CDC 3300* csak mintegy két éve áll rendelkezésre előre rögzített óraszámban, míg az Egyetem számítóközpontjaival kapcsolatban már sok éves, eredményes együttműködésről számolhatunk be. Ez az együttműködés sok tudományos és néhány, szorosan a gyakorlathoz kapcsolódó kutatási feladat megoldását tette lehetővé.

Említést kell tenni arról is, hogy a közeljövőben állítják üzembe az ELTE Számítóközpontjában az *ODRA-1304* típusú számítógépet, amely kapacitását, programozási rendszerét és technikai tulajdonságait tekintve a KFKI-ban működő *ICT* számítógéppel kompatibilis.

Az ELTE Geofizikai Tanszékén a számítástechnika alkalmazása csaknem egy évtizedes „múlttal” rendelkezik. Az új gépek az eddigieknél összehasonlíthatatlanul nagyobb, minőségileg is új lehetőségeket nyitnak számunkra. Az *ODRA-1013*-mal, valamint a *RAZDAN-3*-mal szerzett tapasztalatok jelentőségét főleg abban látjuk, hogy elősegítették az új technika hajlékony alkalmazását. A megírt programok jelentős része *ALGOL 60* nyelvű és így kis változtatásokkal az új gépekre is adaptálható. A jelen előadásban ismertetendő gépekre kidolgozott és kipróbált algoritmusok, szubrutinok, programok és programrendszerek a jövőben is alkalmazhatók.

Mint geofizikusok, a számítógépet rendkívül hasznos, sőt elengedhetetlen segédeszköznek tartjuk, de nem öncélnak. Emiatt a technikai részleteknek kevesebb teret szentelünk és a számítógépeket a felhasználó szempontjainak megfelelően tárgyaljuk. Ismertetjük a gépek segítségével elért geofizikai, földtani eredményeket, kiemelve azokat, amelyek a gyakorlati kutatás számára hasznosak voltak (és lehetnek a jövőben is).

## Az *ODRA-1013* rövid ismertetése:

Az *ODRA-1013* kisteljesítményű, korlátozott méretű műszaki tudományos feladatok megoldására alkalmas gép.



### *Műveleti sebességei:*

<i>fixpontos:</i>	<i>lebegőpontos:</i>
összeadás: 0,60 msec	1,12 msec
szorzás: 4,20 msec	3,88 msec
osztás: 7,36 msec	7,68 msec
szóhossz: 40 bit.	

*Memóriakapacitás: ferrit: 256 szó (hozzáférési idő: 8  $\mu$ sec)*

*dobmemória: 7936 szó (hozzáférési idő: 11  $\mu$ sec)*

*Perifériák: szalagolvasó, szalaglyukasztó, távirógép (telex).*

Az ELTE Geofizikai Tanszék dolgozói programjaikat *MOSZT-1* autókódban készítették el.

A számítógép alaputasítás-rendszere hajlékony, programkönyvtára jól ki-dolgozott. Emiatt az oktatásban és kisebb méretű tudományos műszaki fel-adatok megoldásában jól hasznosítható. Nagyobb méretű adatrendszerek vagy nagyszámú műveletet előíró algoritmusok megvalósítására nem alkalmas.

### *A RAZDAN – 3 rövid ismertetése:*

A számítógép közepes sebességű, második generációs, univerzális gép, mely tudományos, műszaki, statisztikus adatfeldolgozási és gazdasági felada-tok megoldására alkalmas.

A számítógép főbb egységei:

1. Vezérlőegység a vezérlőpulttal
2. Aritmetikai egység
3. Operatív memória
4. Perifériák:

- a) Beviteli egységek: szalagolvasó  
lyukkártyaolvasó
- b) Kiviteli egységek: szalaglyukasztó  
kártyalyukasztó  
széles sornyomtató
- c) Külső tárolók: mágnesdob,  
mágneslemez.

### *Néhány műveleti sebesség:*

(Operandusoktól is függ, az adatok tájékoztató jellegűek)

összeadás: 3,2  $\mu$ sec – 6,8  $\mu$ sec

szorzás: 78  $\mu$ sec

osztás: 240  $\mu$ sec

*Szóhossz: (operatív memóriában) 48 bit*

*Az operatív memória kapacitása: 32K Kiválasztási idő 2,5  $\mu$ sec*

*Hozzáfordulási idő 8  $\mu$ sec*

A számítógép rendelkezik *ALGOL 60* fordítóprogrammal is. Az Egyetemi Számítóközpont munkatársai igen gazdag, bő programkönyvtárat készítettek el. A Geofizikai Tanszék munkatársai az *ALGOL 60* programozási nyelvet használták.



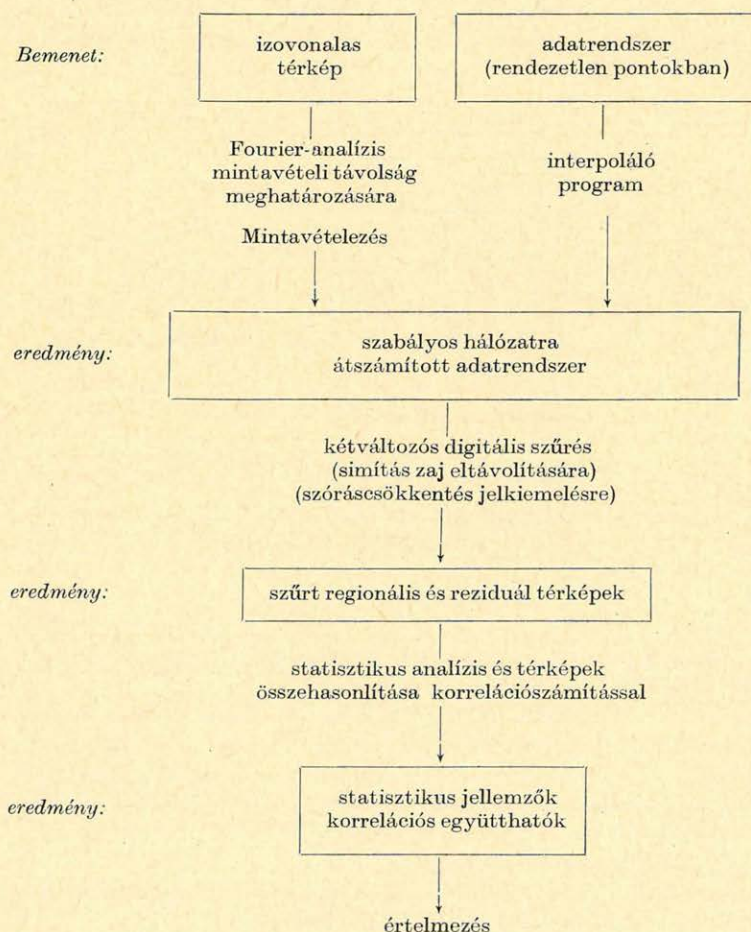
*A kidolgozott fontosabb programok és program-rendszerek, Software lehetőségek.*

A könnyebb áttekinthetőség érdekében nem időrendi, hanem témakörök szerinti csoportosítást adunk.

### *Általános geofizika*

1. Földbelső-szerkezeti vizsgálatokkal kapcsolatos programok.  
(Tágulás évi mértékének meghatározása differenciálegyenletek numerikus integrálásával.)
2. Csökkent sebességű öv mélységének meghatározása menetidőgörbék számításával és feldolgozásával.
3. Gömbfüggvény-sorfejtés és alkalmazása geoidanomáliák értelmezésében.
4. Interpoláció gömbfelületen (és alkalmazások).
5. *Teljes paleomágneses analízis*  
(pólushelyzet meghatározás, paleoszekuláris változás vizsgálata Fourier-analízissel, teljes Földre vonatkozó gömbfüggvény-együtthatók meghatározása archeomágneses adatokból).

### *Gyakorlati geofizika*





### 1. Általános célú programok:

felület és görbeillesztés,  
statisztikus mennyiségek meghatározása egy- és többváltozós adatrendszerekből: átlag, szórás, korrelációs együttható, autokovarianciamátrix,  
egy- és kétváltozós lineáris szűrők átviteli függvényeinek meghatározása, Fourier analízis.

### 2. Geofizikai térképek feldolgozása:

Különböző – gravitációs, mágneses, szeizmikus, tellurikus stb. – kétváltozós adatrendszerek sokoldalú feldolgozását teszi lehetővé a túloldali program-csomag.

### 3. Geoelektromos feldolgozás.

Szondázások direkt kiértékelésére és elméleti görbék számítására dolgoztunk ki programokat. Az eljárás alkalmazható vertikális elektromos szondázás (VESZ), elektromágneses frekvencia szondázás (FRSZ) és térbeállásos szondázás (TBSZ) mérési eredményeinek kiértékelésére.

#### A direkt kiértékelés blokkvázlata:

Bemenet:

eredmény:



#### Karottázs:

Különböző tekercsszámú indukciós szondákhoz elméleti görbék számítása. Kétesoportos neutron-neutron elméleti görbék számítása.

Kísérleti számítások a karottázs-elektromos és indukciós görbék számítására és a karakterisztikus függvényekből a rétegparaméterek meghatározására.

Említést kell tenni arról, hogy további feladatokkal és azok gépesítésével is foglalkoztunk. Jelen előadásban azonban azokat a programokat szeretnénk volna kiemelni, melyek gyakorlati feladatok megoldásában is beváltak, illetve közeljövőben végleges kidolgozásuk várható.

Ezekkel a programokkal és az eredmények értelmezésével adatfeldolgozási feladatokat a jövőben is vállalni tud a Geofizikai Tanszék.



## Számítógépes ankét

*A Magyar Geofizikusok Egyesülete Automatizálási és Információfeldolgozási Bizottsága 1972. április 20-án ankétot rendezett „A geofizikában alkalmazott hazai számítógépek” címmel.*

*Az ankét célul tűzte ki, hogy a geofizikus vezetőket és a számítógépet bármilyen mértékben alkalmazó – vagy a jövőben alkalmazni kívánó – geofizikusokat tájékoztassa a hazánkban jelenleg működő geofizikai számítógépek eddig elért eredményeiről, valamint az alkalmazás további lehetőségeiről.*

*Az alábbiakban közöljük az ankéton elhangzott előadásokat és a jelentősebb hozzászólásokat.*

*20 апреля 1971 г. Комиссией по автоматизации обработки информации Общества Венгерских Геофизиков была организована конференция на тему „Электронные вычислительные машины, применяющиеся в Венгрии в геофизике”.*

*Целью конференции было проинформировать руководителей геофизических работ, а также геофизиков, использующих или желающих использовать в будущем ЭВМ, о результатах, достигнутых до сих пор в Венгрии при применении в геофизике ЭВМ, а также о дальнейших возможностях применения вычислительной техники.*

*Ниже излагаются прочитанные на конференции доклады и выступления.*

*Die Kommission für Automatisierung und Informationsbearbeitung der Ungarischen Geophysikalischen Gesellschaft hielt am 20-ten April 1972 eine Enquete mit dem Thema „Anwendung von Rechenmaschinen für geophysikalische Arbeiten in Ungarn”.*

*Ziel der Enquete war, den ungarischen Geophysikern – die entweder in leitenden Stellen sind, oder Rechenmaschinen zurzeit oder Zukünftig anwenden – eine Orientierung darüber zu geben, welche Resultate bisher im Arbeitsgebiet erreicht wurden und welche Möglichkeiten in der Zukunft zu erwarten sind. Nachfolgend werden die in der Enquete gegebenen Berichte und die wichtigsten Beiträge veröffentlicht.*

*Ádám Antal* hozzászólása

Verő József és Varga Gyula ismertette azt a két (HP 2114 B típusú és a CDC 3300 típusú) elektronikus számítógépet, amelyre a MTA Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézet számítási feladatainak elvégzésében épít.

Néhány szervezési kérdésről szeretnék szólni. Minthogy a CDC 3300 a Magyar Tudományos Akadémia Számítástechnikai Központjában Budapesten van, az Intézet és a gép kapcsolata többféle lehet.

Eddig a személyi kapcsolat volt a döntő. A HP-n szimulált programrészek összedolgozását, a CDC-re adaptálását többnyire ALGOL vagy FORTRAN nyelven, valamint annak bejátszását a Számítástechnikai Központ munkatársai végezték. Így alakult ki pl. „az MT impedanciatenzor elemeinek meghatározása szűrt adatsorból” című programcsomagunk. Készültek ezenkívül más kisebb önálló programok is az Intézetben a CDC-re.

A jövőben is követni kívánjuk ezt az utat, azonban 1972. év végére a MTA kiépíti terminál, illetve dátex hálózatát is, amelynek a révén közvetlen kapcsolatot teremt az intézmények és a számítógép között. A soproni intézet dátex-rendszerbe kapcsolt teletypet kap, amely lényegében telex kapcsolatot biztosít számunkra a számítógéphez, lehetővé téve az adataink közvetlen beadását, illetve a számítási visszajelentését (Beszélgető üzemmódot nem!)

Változtatlanul kulcsfontosságú gép számunkra azonban a 4 nyelven programozható és asztali számítógépként is használható a HP 2114 B. Ez képezi a magját – az Intézet másik (sajnos, csak második generációs) számítógépével, a Cellatron SER<sup>2</sup> 2C-vel együtt – az Intézet új épületében kialakítandó saját számítóközpontnak.



A számítóközpont körül 2–3 fő matematikusból, illetve a technikai segédszemélyzetből alakul meg az Intézet számítócsoportja, várhatóan 1973–74-ben.

Számítóközpontunk természetesen a geofizikai számítási feladatok megoldása mellett foglalkozik geodéziai főosztályunk problematikájával is. Ez utóbbinak kiemelt szerepe van az Intézet középtávú terveiben és csatlakozik a MTA tárcaszintű kutatási főirányához, amelynek célja a számítástechnikai kultúra növelése hazánkban. Mint ismeretes, a geodéziai jellegű számítások főként nagy egyenletrendszerek megoldására, hibaanalízisre stb. irányulnak.

A MTA Geodéziai és Geofizikai Intézete kiterjedt obszervatóriumi hálózattal rendelkezik (5 szeizmológiai, 1 földi elektromágneses, 1 gravitációs és 1 asztrogeodéziai (pólusingadozás, sarkmagasság, illetve földrajzi szélességmegváltozás meghatározására). Ezeknek adatait jelenleg nagyszámú kutatási segéderő dolgozza fel analóg regisztrátumokból és készíti elő évkönyvekben való publikálásra. 1971-ben már megkezdtek a Nagycenk melletti obszervatóriumban digitalizálási kísérleteinket az *ELGI*-vel együttműködve. 1973-ban a *MIKI* által gyártott *MINILOGGER* megvásárlása révén, az *INTERKOMOSZ* szervezet pénzügyi támogatásával a Nagycenk melletti obszervatóriumban a földmágneses és tellurikus tér komponenseinek, valamint az ionoszféra paramétereinek folyamatos digitális regisztrálása indul meg. A digitális technikát fokozatosan valamennyi jelentősebb obszervatóriumunkban be kívánjuk vezetni és az adatfeldolgozást egészen a jelentések kigépeléséig számítóközpontunkban gépesíteni.

Jelenleg a félautomatikus jelkövető (ún. Pencil follower) *A/D* konverterrel csak bizonyos regisztrátumszakaszok digitalizálhatók gazdaságosan speciális kutatási feladatok megoldására.

Ennek előfeltétele azonban az egyenletes regisztrálási sebesség. Így a sashegyi szeizmológiai obszervatóriumban már ebben az évben bevezetik a kvareórávezérlésű regisztrálást. (A félautomata *A/D* konvertert az *ELGI* készítette.)

A számítóközpont tehát a kutatási feladatok számolási igénye mellett jelentős rendszeres adatfeldolgozási szükségletet is kielégít és éppen ezen keresztül lehetővé fogja tenni az Intézet kutatási hatékonyságának megnövelését, a munkaerők jelentős felszabadításával.

*Gálfi János* hozzászólása

A számítógép alkalmazását célzó tervek három csoportba sorolhatók.

#### 1. Tulajdonképpen alkalmazott geofizikai feladatok

A VITUKI geofizikája elsősorban sekély-hidrogeológiai vagy hidrológiai feladatok megoldásával foglalkozik. A rutin-módszerek ennek megfelelően: vertikális egyenáramú szondázás, váltóáramú módszerek és refrakciós szeizmikus kutatás. Számítógépes feladat ezen területen a mestergörbék illesztéssel történő feldolgozásánál, éspedig a második közelítés során használandó „*ad hoc*” mestergörbe-sereg (jelenleg kizárólag Schlumberger görbesereg) készítése. Megemlítem, hogy lyukszelvényezéssel, lyukszelvények interpretálásával nem foglalkozunk. Kísérleti méréseink azt mutatják, hogy a kismélységű — néhány-szor 10 m mély — hidrogeofizikai kutatásban jelentős szerepe van a frekvenciaszondázásnak, főként a kHz–MHz tartományban. Az interpretáció jól bevált módját, a mestergörbés illesztést szándékozunk alkalmazni. A használandó mestergörbe-sereg készítése és azt megelőzően a feldolgozás matematikai módszerei várnak számítógépes kidolgozásra.



## 2. Hidrológiai – hidrogeofizikai térképek készítése

A geofizikai térképek készítésénél és értelmezésénél, mint várható volt, szükséges eljárás az anomália-vizsgálat szűrőprogramok felhasználásával. Előzetes vizsgálataink arra mutatnak, hogy az eljárás legfontosabb a regionális hidrogeológiai adatok értelmezésénél, ahol az egyszerű határvonal-szerkesztés vagy lineáris interpolálás részint a mérési hibák, részint a számos ható eredőjeként jelentkező mérési adatok miatt még első közelítésnek aligha fogadható el. Gondolok itt például vízkút-adatokból szerkesztett, vagy szerkesztendő térképekre, amelyek közül pl. a hőmérsékleti adatok a szorosan vett geofizikai területre vonatkoznak, a víznívó, nyomás- és vízkémiai adatok pedig már a hidrogeológiai területet érintik. Úgy véljük, hogy az ilyen  $n = n(x, y)$  adathalmazok korrekciós interpretációja csak a megfelelő számítógépes programok alkalmazásával lesz lehetséges.

## 3. Teljesen a hidrológiai területre tartozik a hidrológiai feladatok számítógépes modellezése

Itt ezt csak azért említem, mert egyes megoldásokkal, pl. elektromos analóg modellek készítésével a geofizikai modellezésnél alkalmazandó számítógépes feldolgozási módok a hidrológiai modellezésnél alkalmazottakkal azonosak, vagy hasonlóak. Egy-egy terület ilyen modellezése kiterjed a teljes vízkörforgalomra (csapadék, párolgás, talajvíz), a termelés hatására beálló vízszintváltozásokra és – esetleg – gazdasági fejlesztésre is. A hidrogeofizikai – hidrogeológiai feladatok számítógéppel való megoldása kétség kívül előnyös, sok esetben egyetlen lehetséges mód. Egy megjegyzést azonban fontos megtenni, a víznek olcsónak kell lennie.

Ez azt jelenti, hogy bármilyen előnyös is lenne, túlzottan költséges számítógépes eljárások nem találhatnak alkalmazásra a hidrogeofizikai – geológiai kutatásban.

### Laczkovics József hozzászólása

A Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat egy szakosztállyal végez geofizikai méréseket, elsősorban az ÉVM tárca keretén belüli munkaterületeken, különösen a mérnöki előtervezésben. A számítógéppel kapcsolatos problémáink ezért némiképpen eltérnek az elhangzottaktól.

Feladataink között gyakran szerepel geoelektromos megoldással a talajvízáramlás irányának és sebességének meghatározása. A mérés az elektromosan töltött test vizsgálatának módszerén alapszik. A fúrólyuk közelében egy közelítőleg félgömb alakú potenciáalteret létesítünk, amelynek felszíni metszetét mérjük. Az alapmérés után (a fúrólyukba sóot öntve) a talajvízáramlással együttmozgó inhomogenitást létesítünk és egy idő után ismét meghatározzuk a potenciálfelületet.

### *A feladat matematikai megfogalmazása a következő:*

Meg kell határozni két olyan geometriai síkidom súlypontját, melyeknek egyes jellemző kerületi pontjai adottak. Meg kell állapítani a két idom súlypontjainak távolságát, továbbá egyik súlypontot elsődlegesnek véve, ehhez képest a másik helyzetét, irányát. A súlypontokat összekötő vonal iránya az égtájakhoz viszonyítva adja meg a talajvízáramlás irányát.



A súlypontok távolságából számítható az áramlás sebessége. A számításokat a vállalatunk tulajdonában levő *Cellatron Ser 2 d* típusú számítógéppel végezzük.

Másik olyan terület, ahol bevonult munkánkba a számítógépes értékelés: az építőanyagipari kavicskutatás. Az ehhez szükséges görbeseregeket a Geofizikai Intézettel számíttatjuk ki.

Ezzel kapcsolatban a felhasználó szempontjából tennék észrevételeket.

Gondot okozott, hogy az olcsó sekélyszondázások árában viszonylag magas hányadot képvisel a gépi számítás. A néhány évvel ezelőtti árakat még nem is tudtuk megfizetni. A jelenlegi már elfogadható, különösen azért, mert az adott kutatási területen csak a jellemző típusokra számíttatunk ki görbeseregeket és igyekszünk ezzel a hasonló jellegű szondázási görbéket is értékelni.

Másik lehetőség a többszörös felhasználás, ami azonban a későbbiekben nagylétszámú görbeseregek birtokában nehezen kezelhető. Remélhetőleg a számítógépes értékelés költségének további csökkenésével olcsóbb lesz egy újabb görbesereg számítása, mint a tárolása.

A geoelektromos mérésekkel foglalkozók előtt elég csupán utalnom arra a nehézségre, amit a kavicskutatással kapcsolatos *K* és *Q* típusú görbék ekvivalencia-problémája okoz. A hagyományosnak mondható értékelési mód nehézkes. Az elhangzottak szerint a *K* típusra a Geofizikai Intézet megoldotta a gépi értékelést. Szeretnénk, ha ez az anyag méltányos anyagi feltételek mellett az egyéb felhasználó vállalatok részére is hozzáférhető lenne.

Ugyanez vonatkozik a *Q* típusú görbék ekvivalencia számításaira, amennyiben azok elkészülnek.

## Lapszemle

*A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1971. évi jelentése.*

Szerkesztette: Szénás György, összeállította: Nagy Magdolna, grafikai szerkesztő: Németh Lajos. Felelős kiadó: Müller Pál, Alföldi Nyomda, Debrecen, 1–186. oldal, 61 db — közülük számos színes — ábrával, magyar, angol és orosz szöveggel.

A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1943-tól 1960-ig nem adott közre nyomtatásos évi jelentést. Az 1961. évre vonatkozó jelentéssel — mely egyébként 1964-ben jelent meg — újra megindult ez a fontos tájékoztató tevékenység, eleinte a Geofizikai Közlemények egy-egy számaként, később azonban már külön kiadvány alakjában. A mostani jelentés így már tizedik az új sorozatban.

Tekintettel arra, hogy az ELGI tevékenysége az elmúlt évek folyamán „robbanásszerűen” bővült, a jelentés fő célja áttekintést adni erről a tevékenységről s az egyes munkákat röviden jellemezni anélkül, hogy részletekbe bocsájtkoznék. A részletes dokumentáció az Intézet adat-tárában az érdeklődők rendelkezésére áll.

A jelentés mind tartalmilag, mind alakilag igen jó benyomást tesz és a szerkesztők és összeállítók kiváló munkájáról tanúskodik. Az egyes kutatási kérdésekről maguk az illető kérdéssel dolgozó munkatársak számolnak be. A négy fő fejezet:

- |                                   |                  |
|-----------------------------------|------------------|
| 1. Földtani kutatások             | 15 – 54. oldal   |
| 2. Módszer- és műszerkutatások    | 55 – 92. oldal   |
| 3. Földfizikai kutatások          | 93 – 102. oldal  |
| 4. Geofizikai kutatások külföldön | 103 – 105. oldal |

Függeléként felsorolja a jelentés az Intézet publikációs tevékenységét az év folyamán, valamint a Könyvtár állománynövekedését.

A bő angol és orosz szöveg módot ad arra, hogy a jelentést a külföldi szakemberek is használhassák.

A nyomdai kiállítás tetszetős és minden elismerést megérdemel.

T. G.



## A medenceszerkezet vizsgálata magnetotellurikus mérésekkel a Hanságnál

FORMÁN JÁNOSNÉ – LANTOS MIKLÓS – NAGY ZOLTÁN

Az OKGT Geofizikai Kutatási Üzem a Kisalföldön 1971-ben magnetotellurikus méréseket végzett. A megszerkesztett impedanciaellipszisek és frekvenciaszondázási görbék alapján nyomon követhető a harmadidőszaki medencealjzat felszíne, valamint egy mélyebb szint is, és megadható egy kiemelt helyzetű szerkezeti egység határzónája.

A mérési eredmények alapján a magnetotellurikus mérések szerepe jelentős lehet a Kisalföld É-i nagymélységű medence-részeinek kutatásában, a medencealjzat szerkezeti viszonyainak és a terület földtani felépítésének vizsgálatában.

*V 1971 г. Разведочным предприятием Треста нефтяной и газовой промышленности были проведены магнитотеллурические работы на территории Малой венгерской низменности. Полученные эллипсы импеданса, а также кривые частотного зондирования позволяют проследивать поверхность третичного основания бассейна, а также более глубоко залегающий горизонт и очертанить зону границы приподнятой структуры.*

*Результаты проведенных исследований показывают, что магнитотеллурический метод может играть значительную роль в изучении глубинных частей севера Малой низменности, в выяснение тектонических условий основания впадины и геологического строения района.*

*Der Geophysikalische Forschungsbetrieb des Ungarischen Nationalen Erdöl- und Erdgas Trust führte im Jahre 1971 magnetotellurische Messungen in der Kleinen Tiefebene aus. Auf Grund der konstruierten Impedanzellipsen und Frequenzsondier-Kurven konnte die Oberfläche des Tertiär-Zeitalters sowie auch ein tieferer Horizont verfolgt werden und die Abgrenzungszone einer gehobenen Struktureinheit wurde bestimmt.*

*Auf Grund der Messresultate kann man feststellen, dass die magnetotellurische Beobachtungen dazu geeignet sind, bei der Erkundung einzelner Teile des tiefen Beckens der nördlichen Kleinen Tiefebene und bei der Untersuchung des geologischen Aufbaues der Gegend eine bedeutende Rolle zu spielen.*

A Kisalföldön végzett refrakciós méréseket követő reflexiós szeizmikus kutatás számára a Kisalföld ÉNy-i peremén a harmadidőszaki üledékek vastagságáról előzetes információk szükségeseek. A kedvezőtlen szeizmogeológiai viszonyok mellett a mélybeli reflexiók nyomon követéséhez a mérési technológia optimális megválasztása a várható maximális mélység ismeretét igényli.

A Kisalföldön korábban végzett tellurikus és magnetotellurikus szondázások eredményei alapján [Lantos Miklós – Nagy Zoltán 1970] [Nagy Zoltán – Lantos Miklós 1967], [NME Geofizikai Tanszék 1967, 1968] célszerűnek látszott mérésekkel megvizsgálni, hogy a magnetotellurikus módszerrel ezen a területen is meghatározható-e a medencealjzat mélysége. Ennek eldöntésére 1971-ben magnetotellurikus méréseket végeztünk ezen a területen.

A mérések vonala Mosonmagyaróvártól D-i irányban, mintegy 15 km-re van, a Mihályi – 4 és a Bősárkány – 1 mélyfúrások között, A mihályi szerkezet ÉÉK-nyúlványán mélyített Mihályi – 4 számú mélyfúrás pannon és vékony miocén üledékek alatt 2651 m-ben paleozoós csillámpalát ütött meg, míg a Bősárkány – 1 fúrás talpa 4517 m-ben vastag miocén korú összletben van.

Mérési területünkön eddig gravitációs, mágneses és szeizmikus méréseket végeztek. A gravitációs Bouguer-anomália-térkép az eddigi ismeretek szerint a paleozoós kőzetek felszínének domborzatát mutatja, a mihályi gerinetől Y és

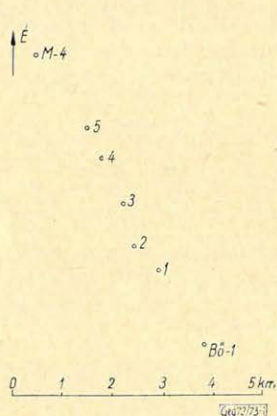


K felé nagy elmélyülést jelez. A mágneses anomáliák általában nem esnek egybe a gravitációsokkal, ebből arra következtethetünk, hogy a két módszer hatója nem azonos. Ezt alátámasztja Posgay Károly vizsgálata (1967) is, amely a mágneses hatót a Mihályi–4 fúrásban megfúrt paleozoós csillámpala felszíne alatt csaknem 1000 m-rel mélyebben jelezte.

Az OKGT Szeizmikus Kutatási Üzem 1960–62 között szeizmikus refrakciós méréseket végzett, amelyek alapján a 84. sz. üzemi jelentésben megadták a kutatási terület alapvető szerkezeti formáit. A mérési metodika és a műszerek akkori színvonala azonban nem tette lehetővé, hogy a medencealjzat nagymélységű részéről megbízható adatokat nyerjenek.

Az eddigi geofizikai és fúrási adatokkal még nem sikerült meghatározni az aljzat mélységét és szerkezeti formáit a mihályi szerkezettől K-i irányban, Bősárkány térségében. A jelenleg nálunk alkalmazott geofizikai módszerek eddigi eredményei alapján a magnetotellurikus frekvenciaszondázásoktól várhattunk kielégítő választ a fentiekre.

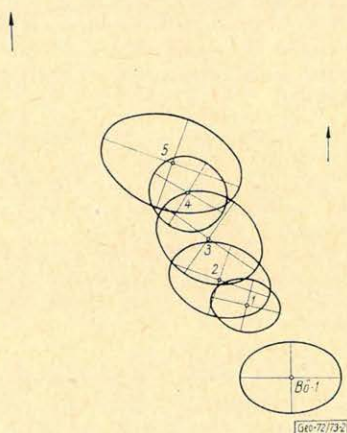
Az M–4 és Bő–1 fúrások közelében, valamint a két pont között 5, egymástól 1–1,5 km-re levő állomásponton végeztünk magnetotellurikus méréseket (1. ábra).



1. ábra. A mérések helyszínrajza

Фиг. 1. План района работ

Fig. 1. Lageplan der Messungen



2. ábra. Impedanciaellipszisek a 20–40 sec periódusidő tartományban

Фиг. 2. Эллипсы импеданса в диапазоне периодов от 20 до 40 сек.

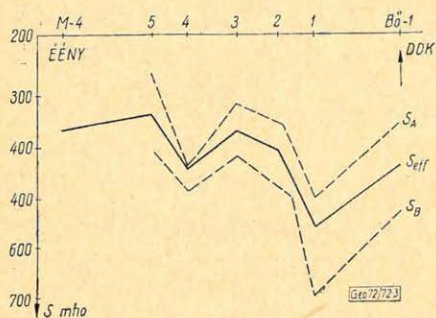
Fig. 2. Impedanzellipsen im Periodengebiet von 20–40 sec

A mágneses tér változását É-i és K-i irányba tájolt MTV–2 típusú variométerrel, a tellurikus térmozgást szintén É–D, K–Ny irányba terített elektródákkal mértük. A regisztrálásra T–14 típusú műszert használtunk. A mért periódusidő-tartomány 20–(80–100) sec-ig terjedt. A feldolgozás grafikus módszerrel történt. Ennek során a pontonként 20–30 órás mérési anyagból különböző periódusidő-tartományokra admittancia-egyeneseket és impedancia-ellipsziseket számoltunk. A kedvezőtlen térmozgás miatt csak néhány ponton sikerült több ellipszist szerkeszteni. A mérési anyagból frekvenciaszondázási görbéket is készítettünk, az É-i, ill. a K-i komponensekből.



A 2. ábrán az egyes állomáspontokon a 20–40 sec periódusú változásokból szerkesztett impedancia-ellipsziseket látjuk. Az ellipszisek irányítottsága és excentricitása a vonal mentén lényegesen nem változik. A nagy és kistengelyek közel K-i és É-i irányúak és irányítottságuk a nagyobb periódusoknál sem változik jelentősen. Ezért a szondázási görbék adatai a főimpedancia értékeknek vehetők.

Az impedancia-ellipszisekből meghatározható eredő vezetőképesség általában a nagyellenállású medencealjzat mélységváltozásait tükrözi. A 3. ábrán az ellipszisek nagy- és kistengelyéből, ill. a kettő mértani középértékéből meghatározott – azaz effektív – vezetőképesség-adatok szelvényei láthatók. Mindhárom azonos lefutású. A vezetőképesség-szelvény első, kvalitatív értelmezése szerint a két fúrás között blokkos szerkezetre utal, ezt korábbi refrakciós adatok alapján itt nem tartjuk valószínűnek.



3. ábra. A horizontális összvezetőképesség változása szelvény mentén, ellipszisek adataiból:  $S_A$ : az ellipszis nagytengelyéből számolva,  $S_B$ : az ellipszis kistengelyéből számolva,  $S_{eff} = \sqrt{S_A \cdot S_B}$ , effektív érték

Фиг. 3. Вариации горизонтальной суммарной проводимости по профилю, по данным эллипсов

$S_A$  – расчет по большой оси эллипса,  $S_B$  – расчет по малой оси эллипса

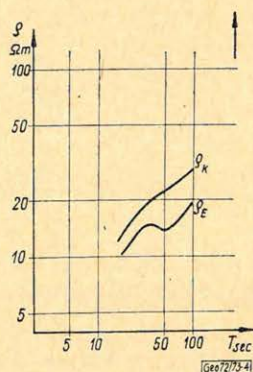
$S_{эфф} = \sqrt{S_A \cdot S_B}$  – эффективная величина

Fig. 3. Änderung der totalen horizontalen Leitfähigkeit entlang des Profils, den Daten der Ellipsen entsprechend:  $S_A$ : berechnet aus der grossen Achse der Ellipsen;  $S_B$ : berechnet aus der kleinen Achse der Ellipsen;

$S_{eff} = \sqrt{S_A \cdot S_B}$  (Effektivwert)

Ismeretes, hogy az ellipszisekből számított vezetőképesség a medence földtani felépítésétől és az aljzat mélységétől függően csak bizonyos frekvenciatartományban tükrözi pontosan az aljzat felszínének alakját. Ezért az ellipszis-adatokat a szondázási görbék alapján részletesebb vizsgálat alá vettük.

A szondázási görbék a 40 sec körüli periódus-idő-tartományban olyan jelenséget mutatnak, ami arra utal, hogy az aljzatot nem homogén nagyellenállású közettömeg alkotja, hanem az M-4 fúrásban megütött csillámpala és a mélyebben fekvő kristályos kőzetek között vezető rétegek vagy kőzetcsíkok



4. ábra. Tipikus magnetotellurikus frekvenciaszondázási görbe a szelvény É-i felén, az M-4 és a 3. állomás között

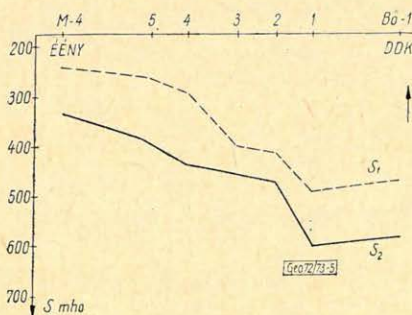
Фиг. 4. Кривая МТЗ, типичный для северной части профиля, между пунктами наблюдений М-4 и 3

Fig. 4. Typische magnetotellurische Frequenzsondierungskurve am N-Teil des Profils, zwischen den Stationen M-4 und M-3



vannak. Ezt a jelenséget a 3. állomásponthoz és  $M-4$  fúrás közötti mérési adatok mutatták. Erre példaként egy tipikus görbealakot mutatunk be a 4. ábrán.

A mérési adatok vezérszintje a frekvenciától függő behatolás miatt eltérhet. Ezért a vezetőképesség-szelvény megszerkesztéséhez használt értékeket a szondázási görbék alapján pontonként ellenőriztük. Az 5. ábrán a két különböző vezérszintre vonatkozó eredő-vezetőképesség-szelvényt látjuk, ennek lefutása egyenletesebb, mint az ellipszisekből kapott szelvényé (3. ábra). Ennek az oka, hogy az ellipszis-adatokban a két vezérszint az egyes állomásokon váltakozva dominált.



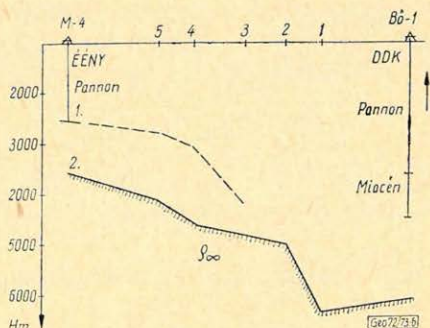
5. ábra. A horizontális összvezetőképesség változása a szelvény mentén, MTSz görbékből  $S_1$ : első vezérszint effektív vezetőképessége,  $S_2$ : második vezérszint effektív vezetőképessége

Фиг. 5. Вариации горизонтальной суммарной проводимости по профилю, по кривым МТЗ

$S_1$  – эффективная проводимость первого опорного горизонта,  
 $S_2$  – эффективная проводимость второго опорного горизонта

Fig. 5. Änderung der totalen horizontalen Leitfähigkeit entlang des Profils, berechnet aus magnetotellurischen Sondierungskurven,

$S_1$ : effektive Leitfähigkeit des ersten Leithorizontes;  $S_2$ : effektive Leitfähigkeit des zweiten Leithorizontes



6. ábra. A mérésekből szerkesztett mélység-szelvény

1. szint: paleozoós csillámpala (megfűrt),  
 2. szint: nagyellenállású aljzat

Фиг. 6. Глубинный разрез, построенный по данным проведенных исследований  
 1 горизонт – палеозойские слюдитые сланцы (вскрытые бурением)  
 2 горизонт – основание, характеризующееся высокими величинами сопротивления

Fig. 6. Das aus den Messungen konstruierte Tiefenprofil

1-ster Horizont: Paleozoischer Glimmerschiefer (durchbohrt)

2-tes Horizont: hochohmiges Grundgestein

Az 5. ábrán bemutatott szelvényt tartjuk az értelmezés számára megbízhatónak. Ennek alapján mélység-szelvényt szerkesztettünk, az 1. számú vezérszintet az  $M-4$  fúrásban a csillámpala felszínével azonosítva (6. ábra). A fedő pannon rétegsor átlagos fajlagos ellenállására  $10,8 \text{ ohmm}$ -t kaptunk, ami megfelel a Kisalföld más területén a pannonra vonatkozó adatoknak. [Nagy Zoltán, 1972.] Az 1. és 2. pontok adatai szerint az aljzat hirtelen elmélyül. A Bősárkány-1 mélyfúrásnál, ha az üledék átlagellenállását változatlanul vesszük a szelvény mentén, a kristályos aljzat felszínére kb.  $6200 \text{ m}$  mélységet kapunk. (A mélyfúrás  $4500 \text{ m}$ -ben miocénkorú kőzetekben állt meg.)

Az adatok ilyen értelmezése esetén az első vezérszint mélysége megegyezik a gravitációs hatóéval, a második vezérszint mélysége közel áll a mágneses ható mélységéhez Posgay Károly adatai szerint.



## Összefoglalásként elmondhatjuk:

1. Csupán a szokásos 20 – 60 sec periódusidő-tartományban meghatározott impedancia-ellipszisekre alapozva az interpretációt, félrevezető adatokhoz juthatunk.

2. A medencealjzat kutatására ezért elsősorban a magnetotellurikus szondázásokat célszerű felhasználni.

3. A szelvény mentén végzett magnetotellurikus szondázásokkal a harmadidőszaki üledékek vastagsága a Kisalföld É-i részén eredményesen kutatható.

4. A magnetotellurikus módszer alkalmazásánál kérdéses, hogy ipari gócpont, ill. a villamosított vasútvonal zavaró hatása mennyiben akadályozza a méréseket. Ennek eldöntésére Jánossomorja és Mosonmagyaróvár között kísérleti méréseket végeztünk. Megállapítottuk, hogy a villamosvasút, mintegy 7 km-re megközelíthető a mérésekkel.

Ezek alapján célszerűnek tartjuk a terület további kutatásában a magnetotellurikus módszert is alkalmazni.

## IRODALOM

- Lantos M. – Nagy Z.: (1970). Újabb adatok a Kisalföld mélyszerkezetéről. Földtani Kutatás, XIII. évf. 1. sz.
- Nagy Zoltán: (1972). A Kisalföldön végzett geofizikai kutatások eredményei és problémái. Magyar Geofizika XIII. évf. 7. sz.
- Nagy Z. – Lantos M.: (1967) A harmadidőszaki medence aljzat közettani változásainak meghatározása tellurikus frekvenciaszondázással a Kisalföldön. Magyar Geofizika, VIII. évf. 5 – 6. sz.
- NME Geofizikai Tanszék: (1967) Jelentés az 1967-ben végzett magnetotellurikus mérésekről.
- NME Geofizikai Tanszék: (1968) Jelentés a Ságvár-Mihályi-Bakony-hegység térségében végzett magnetotellurikus mérésekről.
- OKGT Szeizmikus Kutatási Üzem (1965): 84. sz. jelentés a kisalföldi kutatási területen 1960 – 1962. években végzett refrakciós mérésekről.
- Posgay Károly: (1967). A magyarországi földmágneses hatók áttekinthető vizsgálata. Geofizikai Közlemények, XVI. kötet, 4. sz.

## Lapszemle

Hidrológiai Közlöny, XXXI. évf. 1951.

Vütöts Sándor: Előszó. Rövid visszapillantás a folyóirat történetére 1921-től kezdve. A hiányzó – annakidején kiadásra nem került – 1951. évi XXXI. kötetet most utólag pótolták, közölve azokat a tanulmányokat, melyek akkor készültek, nem jelentek meg, de még ma is időszerűek. 1. old.

Bendefy László: Kéregszerkezet és hidrográfia, 4 – 19. oldal.

Alföldi Olajbányász, VIII. évf. 8. sz. 1972. augusztus. Új fúrási mélységrekord Oklahomában, 3. oldal.

Az Oil és Gas Journal közlése szerint a Lone Star Producing Co. Banden-1 jelű fúrása Oklahomában 1972. február 29-én a világon elsőként haladta túl a 30 000 láb mélységet (kb. 9000 m). A fúrás végmélysége: 9159 m. A fúrást 1970. szeptember 4-én kezdték és a tervezett 550 nap helyett 543 nap alatt érték el a végmélységet 16,8 m/nap átlagos fúrási sebesség mellett. A fúrólyuk mélyítéséhez a mélységen kívül több más világrekord elérése is kapcsolódik. A talpi hőmérséklet 230 C° körül van, a fúrás összköltsége kb. 5,5 millió dollár.

T. G.



## Felszíni geofizikai vizsgálatok az uzsabányai bazaltelőforduláson

FÁBIÁNC SICS LÁSZLÓ – LANTOS MIKLÓS NÉ

*A cikk az Országos Földtani Kutató és Fúró V. által az uzsabányai bazaltelőforduláson végzett felszíni geofizikai vizsgálatokat ismerteti.*

*A kutatások célja a bányászkodásra alkalmas bazaltkészlet felmérése volt.*

*A feladat megoldása mágneses és geoelektromos módszerekkel történt.*

*A vizsgálatok a meddő fedőre, a bazalt területi és mélységi elterjedésére vonatkozó adatokon túlmenően értékes információkat nyújtottak az előfordulás szerkezeti felépítésére.*

*A cikk foglalkozik a mágneses és geoelektromos módszerek eruptív előfordulásokon történő együttes alkalmazásának jelentőségével.*

*В работе описываются наземные геофизические исследования, проведенные Государственным предприятием по разведочным работам и бурению на базальтовом месторождении Ужабánya.*

*Целью проведенных исследований была оценка промышленных запасов базальта.*

*Задача решалась при помощи магнитометрических и электроразведочных методов.*

*В результате проведенных работ, кроме выделения непродуктивной кровли, горизонтального и вертикального простирания базальтов, получена ценная информация о геологическом строении месторождения.*

*Рассматривается значение комплексного применения магнитометрического и электроразведочного методов на месторождениях эруптивных пород.*

*Es werden die am Basaltvorkommen von Uzsabánya vom Nationalen Geologischen Bohr- und Erkundungsunternehmen durchgeführten oberflächengeophysikalischen Untersuchungen bekanntgegeben.*

*Ziel der Untersuchungen war die Ausmessung des zum Grubenbetrieb geeigneten Basaltvorrats. Zur Lösung der Aufgabe wurden magnetische und geoelektrische Methoden eingesetzt. Die Untersuchungen lieferten nebst den Daten für die arealische- und Tiefen-Erstreckung des Basalts wertvolle Informationen auch für den strukturellen Aufbau des Vorkommens.*

*Im Aufsatz wird auch auf die Bedeutung einer simultanen Anwendung der magnetischen und geoelektrischen Methoden an eruptiven Vorkommen hingewiesen.*

Az Országos Földtani Kutató- és Fúró V. több éve folytat felszíni geofizikai vizsgálatokat, melyeket elsősorban felszínközeli kutatási témákban, így építőipari nyersanyag-, és vízkutatásban alkalmazott.

Az alábbiakban az uzsabányai bazalt előforduláson végzett vizsgálatokat ismertetjük. Ismertetésünk célja egyrészt az, hogy bemutassuk, hogyan alkalmaztuk a felszíni geofizikai módszereket és milyen eredménnyel, másrészt, hogy milyen jelentősége van vulkáni előfordulásokon a mágneses és geoelektromos módszerek együttes alkalmazásának.

A kutatás tárgyát képező bazaltterült Sümeg és Tapolca között helyezkedik el, kb.  $1,5 \text{ km}^2$  kiterjedésű, meredek oldalakkal harántolt fennsík, melynek ÉK-i részén működik az ország legnagyobb bazaltbányája.

A felszíni geológiai térképezés, valamint a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet által korábban a bányaudvaron végzett geofizikai vizsgálatok és az ezzel kapcsolatos fúrások alapján a terület felépítésére az alábbi elképzelés alakult ki. A bazaltösszlet zömét közös kitörési centrumú különböző jellegű vulkáni termékek építik fel, melyek változó térszínű, homokos, agyagos aljzatra települtek. A fennsík közepe táján egy dombszerű kiemelkedés található, melynek anyagát hasadékvulkánosság termékeként létrejött hólyagos bazaltnak tételezik fel. A terület DNy-i részét különálló kitörési centrumú vul-



káni terméknek írták le. A bányászásra alkalmas bazaltkészlet felmérését szolgáló kutatási programunkban a geofizikai mérések a fúrásos tevékenységet megelőzték. A vizsgálatoknak az alábbi problémák tisztázásában kellett információt nyújtani:

A letakarítási arány megállapításához szükséges meddő vastagság adatok meghatározása,

a bazaltösszlet nagyságát meghatározó tényezők, a mélységi és területi elterjedés felmérése, továbbá a műrevaló készlet mennyiségét befolyásoló meddő közbetelepülések mélységi és területi körülhatárolása.

A geofizikai vizsgálatok mágneses és elektromos módszerekkel történtek. E módszerek alkalmazásának sikere elvileg biztosított volt, hiszen a bazalt mágneses szuszceptibilitása és fajlagos ellenállása jóval nagyobb, mint a környezetet alkotó üledékes feké és fedő képződményeké.

A mágneses méréseket  $M-27$  típusú szovjet torziószálas magnetométerrel végeztük. A műszer a  $Z$  függőleges összetevő gyors meghatározására alkalmas. A leolvasási pontosság  $5 \text{ gamma}$ , a műszerjárás minimális. Hőmérsékleti korrekcióra gyakorlatilag nincs szükség, így a mért adatok korrigálásánál csak a mágneses tér variációit kellett figyelembe venni. Ezeket a Geofizikai Intézet tihanyi obszervatóriumától kaptuk meg.

A mágneses méréseket egy szelvény kivételével az elektromos szelvények mentén végeztük. Az átlagos állomásköz  $20 \text{ m}$  volt, helyenként  $10 \text{ méterenként}$  mértünk. Összesen több, mint  $7 \text{ km}$  szelvényhosszúság mellett  $790 \text{ ponton}$  határoztuk meg a mágneses tér függőleges összetevőjét. Mágneses mérések csak a fennsík középvonalától É-ra eső területre szent voltak.

Geoelektromos módszerként vertikális elektromos szondázást alkalmaztunk. A mérési állomásokot a fennsíkon  $100 \text{ m}$ -es hálóban telepítettük. A pontok telepítésénél figyelembe kellett vennünk, hogy a fennsík meredek letörésének hatása zavarólag hat, így a peremekhez közel mérések nem történhettek. A szondázásokat a fennsíkot körülvevő alacsonyabb térszintre is kiterjesztettük, melyek elsősorban a területi lehatárolást szolgálták. Összesen  $151 \text{ VESZ}$  mérést hajtottunk végre,  $400 \text{ m}$ , ill.  $800 \text{ m}$ -es terítéssel,  $Ge-20$  típusú mérőberendezéssel.

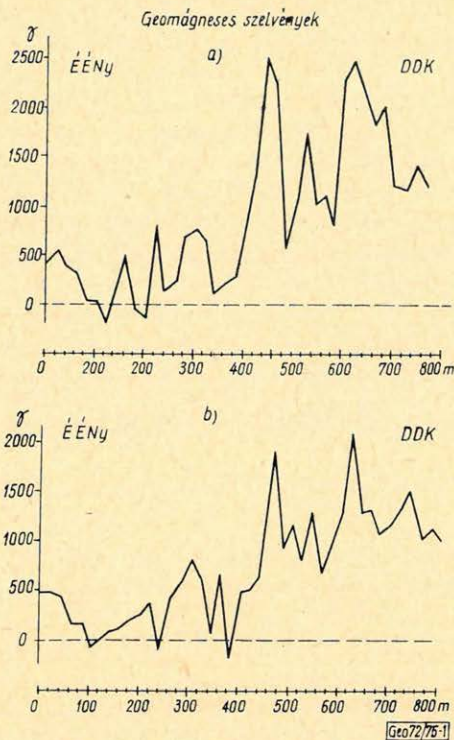
A vastag, felszínen vagy felszínközeli levő bazaltösszlet ideális kutatási objektum a mágneses módszer számára. A környező üledékes kőzetekhez viszonyítva  $+3000$  és  $-2000 \text{ gamma}$  szélsőértékek mellett sűrűn változó, jellegzetes anomáliaképpel különül el az eruptív összlet. Nagyon élesen kijelölhető a bazaltösszlet peremi széle azokon a szelvényeken, amelyeknek végei már üledékes zónára esnek.

Mivel a bazaltösszlet közel van a felszínhez, a remanens gócek mágneses nyomatéka nagyon változatossá teszi a szelvények anomália-képét. Ahol viszont a bazaltösszlet feltehetően nagy vastagsága következtében az indukált mágnesség dominál, nagyobb területre szent kiterjedő egységesebb képet mutat. Példaként bemutatunk két olyan párhuzamos szelvényt, amelyek nagy pozitív mágneses anomáliákkal jelentkező területre szent harántoltak ( $1. \text{ ábra}$ ). Az azonos hatás szembetűnő, de pl. hatószámítás céljából az anomália-képet matematikai simításnak kell alávetni, melyet a fúrások lemélyítését követő áldogozás során szándékunkban áll elvégezni.

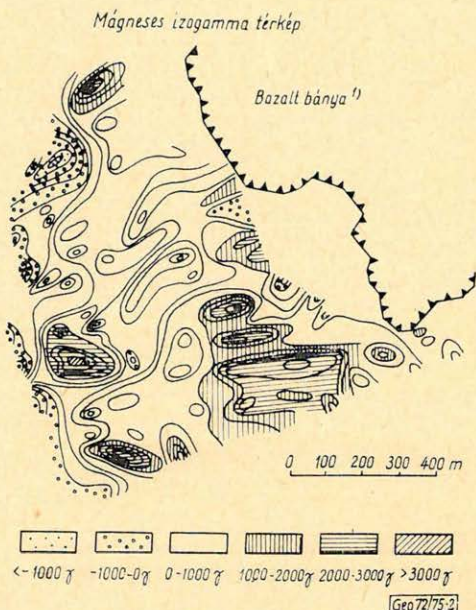
Az izogamma térképen ( $2. \text{ ábra}$ ) első pillantásra szembetűnik két nagy pozitív anomaliasorozat. A fennsík közepe táján elhelyezkedő nagy anomália-



zóna, egybevetve a geoelektromos mérések és a felszíni geológia térképezés adataival, valószínűleg az egykori kitörési centrumot jelzi, melyen belül a három maximum több kúrtónek felelhet meg. A terület Ny-i szegélyéhez közel



1. ábra. Mágneses szelvények. A két párhuzamos nyomvonalú szelvény a kitörési centrum feltételezett helyén halad át



2. ábra. Mágneses izogamma térkép. A K-i részen levő nagy pozitív anomália a kitörési centrummal hozható kapcsolatba. A Ny-i pozitív anomáliásáv a bazalt kivastagodására, esetleg parazita vulkánosságra utal

Фиг. 1. Профили магнитометрической съемки. Два параллельных между собой профиля проходят через предполагаемый центр излияния

Fig. 1. Magnetische Profile  
Die zwei Profile mit parallelen Spurlinien gehen durch das angenommene Zentrum des Ausbruchs

Фиг. 2. Карта изогамм Крупная положительная аномалия в восточной части площади может быть связана с центром излияния. Полоса западных положительных аномалий может объясняться увеличением мощности базальтовой толщи, или наличием паразитного вулканизма

Fig. 2. Magnetische Isogammen-Karte  
Die starke positive Anomalie im Ostteil kann mit dem Ausbruchzentrum in Beziehung gebracht werden. Die positive Anomalienzone im Westen zeigt auf eine Verdickung des Basalts, oder eventuell auf eine Parasiten-Vulkanität

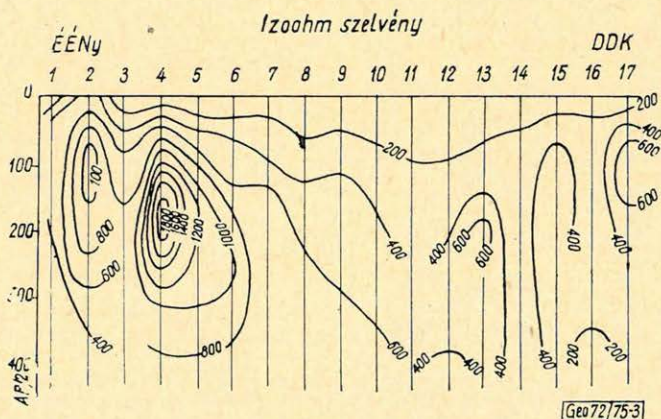
eső másik igen nagy pozitív anomália eredete már nehezebben tisztázható, mivel itt az egyéb módszerekkel nyert adatok is hiányosabbak. Feltételezhető itt is egy esetleges kúrtó jelenléte, de erre bizonyítékot a kutatófúrásoknak



kell szolgáltatniok. A többi jelentősebb anomália, részben a peremi részekre, részben a letakarított, művelésre előkészített területre esik.

A tufás, agglomerátumos eruptív kőzetek szuszceptibilitása kisebb, mint a tömör láváié, de a remanens mágnesezettség által erősen befolyásolt anomáliaképpen a kisebb tufás szakaszok elkülönítése nem egyértelmű. A lemélyülő kutatófúrások maganyaga és az azokon végzendő szuszceptibilitás-mérések viszont lehetővé fogják tenni, hogy ezen a téren is pontosabb következtetéseket vonjunk le. A mágneses mérések eredményeit áttekintve megállapítható, hogy a megfelelő szuszceptibilitású kőzetek kutatásában feltétlenül alkalmazandó módszernek tekintjük, de a mágneses anomáliák földtani értelmezésének pontosítására, a többértelműségek feloldására szükséges más kutatási eljárásokkal, elsősorban geoelektromos mérésekkel együttesen alkalmazni.

A mágneses eredményekkel egybehangzóan a szondázási görbék kvalitatív vizsgálata is azt sejtette, hogy nem egységes, szintes településű lávatakaróval állunk szemben. Hogy a terület felépítéséről megfelelő képet alkothassunk, először izoohm szelvényeket szerkesztettünk. Ennek során a mérési pontokon keresztül fektetett szelvényvonalak mentén ábrázoltuk a megfelelő szondázási görbék különböző elektróda állásaihoz tartozó látszólagos fajlagos ellenállás értékeket. Az eljárás nagy előnye, hogy a nyers mérési adatokat tartalmazza és így mentes a kiértékelés esetleges szubjektív hibáitól. Bár nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy mennyiségi adatnyerésre nem alkalmas, a szerkezeti felépítésre kiváló információkat nyújt.



3. ábra. Izoohm szelvény. Az előfordulást teljes hosszában harántoló szelvény a szerkezeti felépítésre nyújt tájékoztatást

Фиг. 3. Схема изооhm

Разрез, пересекающий месторождение по всему портиранию, дает информацию о геологическом строении месторождения

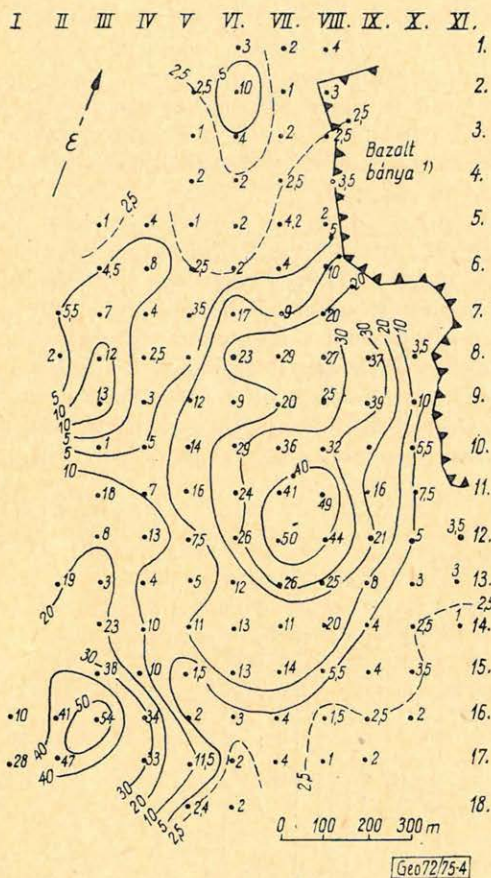
Fig. 3. Isoohm-Profile

Das Profil geht durch die ganze Länge des Vorkommens und gibt Aufschluss über den Struktur-aufbau

A 3. ábrán a fennsíkot közel É–D irányban teljes hosszában harántoló egyik szelvényt mutatjuk be, mely jól jellemzi az előfordulást. A látszólagos ellenállás-értékek É-ről D felé csökkennek, majd a D-i végén újra növekednek,



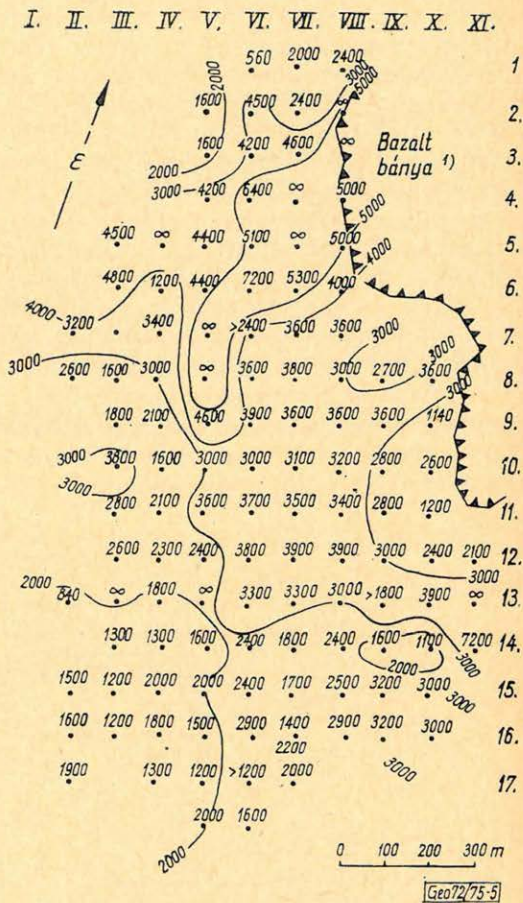
de nem érik el az előbbi értékeket. E viselkedés alapján vagy a nagy ellenállású összlet lemélyülésére, vagy az átlagellenállásnak a középső részen történő erős lecsökkenésére lehetett számítani.



4. ábra. A meddő fedő vastagság-térképe. Egy centrikus és egy DNy-i szélső helyzetű kitorési centrumot jelöl ki

Fig. 4. Карта мощности непродуктивной кровли. Выделяются два центра излияния: один занимает центральное положение, а другое располагается на юго-западе

Fig. 4. Dicken-Karte der unhaltigen Gesteinsdecke. Es wird ein zentrales und ein nach SW abseits gelegenes Ausbruchszentrum angedeutet.



5. ábra. A lávabazalt fajlagos ellenállásának eloszlási térképe (ohmm). A különböző paraméterértékű zónák feltételezhetően anyagi összetételbeli különbségekkel állhatnak kapcsolatban

Fig. 5. Карта распределения величин удельного сопротивления лавобазальта. Зоны с различными величинами данного параметра связаны, по всей вероятности, с различным вещественным составом горных пород

Fig. 5. Verteilungskarte des spezifischen Widerstandes des Lavabasalts. Die Zonen mit verschiedenen Parameterwerten stehen mutmasslicherweise mit Differenzen der materiellen Zusammensetzung in Zusammenhang



E szelvények képezték a mennyiségi kiértékelés vezérfonalát.

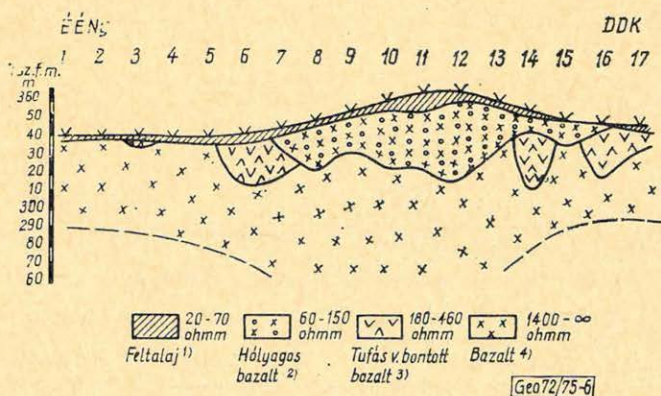
A feldolgozás során a kis ellenállású felső összlet vastagság adataiból vastagságsszintvonalas térképet szerkesztettünk (4. ábra). A térkép azt mutatja, hogy az izoohm-szelvény viselkedésének megfelelően a lávabazalt takaró egy centrum felé elmélyül és a mélyedést kis ellenállású képződmény tölti ki. A fennsík DNY-i végén egy másik elmélyülési zóna is található.

A nagyellenállású képződmény, azaz a lávabazalt vastagságviszonyaira a bányászatkódás szempontjából érdekes mélységsszintnek megfelelően 60–100 m-ig terjedő mélységig kellett információt nyújtanunk. Mivel a talajos fedő és a lávabazalt ellenállásának aránya igen nagy, legalább 100-szoros volt, ilyen vastag bazalt átharántolásához olyan terítési hosszúságra lett volna szükség, mely a fennsík kiterjedését meghaladta. Így a mélybeli elterjedésre adatokat csak becslési jelleggel tudtunk nyújtani, ezt is csak a terület szélein, mivel közép felé a bazalt elmélyülő tendenciát mutatott.

A nagy ellenállású képződmény fajlagos ellenállására a területen nem kapunk azonos, vagy közel azonos értékeket. A paraméterértékek viselkedésének vizsgálatára fajlagos ellenállás eloszlási térképet szerkesztettünk, melyre az egyes állomásponatokon a bazalt ellenállására meghatározott paraméterértéket tüntettük fel (5. ábra).

Ennek alapján az előfordulás különböző zónákra osztható, mely feltételezésünk szerint elsősorban a bazalttakaró eltérő anyagi felépítésével állhat kapcsolatban.

A különböző fajlagos ellenállás-értéktartományokat – fúrások hiányában – a bányaudvarból származó geofizikai és fúrási adatok, valamint földtani megfontolások alapján földtani képződményekkel azonosítottuk, és a szondázási pontok által meghatározott vonalak mentén ún. geoelektromos-földtani szelvényeket szerkesztettünk (6. ábra). Az ábrán bemutatott szelvény az



6. ábra. Geoelektromos-földtani szelvény. A különböző ellenállás-értéktartományok földtani képződményekkel történő azonosításának eredménye

Фиг. 6. Геолого-геоэлектрический разрез

Приуроченность различных величин сопротивления к геологическим образованиям

Fig. 6. Geoelektrisches-geologisches Profil

Es ist dies das Resultat einer Identifizierung der verschiedenen Widerstandswert-Gebiete mit den geologischen Bildungen



előbbi izoohm szelvénnel azonos nyomvonalú. Jól demonstrálja az előfordulás földtani felépítéséről kialakított képünket.

A terület földtani felépítéséről geofizikai úton meghatározott képet a mágneses és elektromos mérések eredményeinek együttes figyelembevételével alakítottuk ki. Ezek szerint a lávatakaró egy központi rész, minden bizonnyal a kitörési centrum felé a felszínhez képest elmélyül és kivastagszik. A mélyedést kis ellenállású képződmény tölti ki. A centrum több jelentős mágneses anomáliája több kürtő jelenlétére utal. A Ny-i részen jelentkező nagy pozitív mágneses anomáliát a lávatakaró relatív elmélyülése kíséri, így lehet, hogy egy másik kitörési centrum jelenlétével áll kapcsolatban. A DNy-i részen feltételezett különálló vulkánosságot a bazalt eltérő ellenállása és centrikus elmélyülése igazolni látszik. A bazalt felszínközeli elterjedését a mérések alapján a fennsík pereme jelöli ki.

A kutatási program végrehajtásában a két módszer együttes alkalmazásának jelentősége abban nyilvánult meg, hogy a kétféle paraméter mérés alapján nyert adatok egyrészt megerősítették, másrészt kiegészítették egymást.

Egybehangzó információt nyújtottak a bazalt területi lehatárolása, vastagságának viselkedése, valamint a felépítés körvonalazása terén.

A mágneses mérések az elektromos szondázásokhoz képest részletezést jelentettek, mivel sűrűbb állomásközzel történtek, és a *VESZ* eredmények a terítési távolságon belüli átlagértékek. A szondázások révén viszont az előfordulás egymás alatt elhelyezkedő összetekre bontható, melyek különböző földtani képződményeknek felelnek meg, és így az előfordulás felépítésére vonatkozó mennyiségi adatokat szolgáltatnak.

A geofizikai eredmények pontosabbá tétele természetesen csak a fúrások lemélyítése után válik lehetségessé. A vizsgálatok jelentőségét a kutatás ezen stádiumában elsősorban abban látjuk, hogy a terület olyan tulajdonságaira hívta fel a figyelmet, melyek erősen befolyásolják az eddig becsült nyersanyagkészletet.

## Lapszemle

*Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat*, 105. évf. 5. sz. 1972. május hó.

*Masszi Dénes – Verbőci József*: Bányabeli karotázsmérési módszerek bevezetése a mecseki szénbányászatban, 310 – 319. old.

*Milásovsky Béla*: A sztereofotogrammetria elemei a geológia szemszögéből, 320 – 323. oldal.

*Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat*, 105. évf. 1972 július.

*Csókas János*: Kőbányászati robbantások szeizmikus hatásai, 491 – 495. oldal.

Mérési beszámoló egy kutatásról, melynek célja a robbantások rengető hatásának kitett lakóépületek közelében a talajon, továbbá az egyes épületelemeken az elmozdulási és sebesség-amplitúdók meghatározása volt. Kitént, hogy a megfelelően késleltetett robbantás szeizmikus hatása lényegesen kisebb a pillanatrobbantásénál, a kőzet is kedvezőbben darabolódik.

*Fizikai Szemle* 1972/8, XXII. évf. 8. sz. 1972. augusztus.

*Báintner Géza*: Rybár István, 1886. május 7. – 1971. november 18. 237 – 239. oldal.

Rövid rekrológ, irodalmi felsorolással.

*Rybár István*: Emlékek Eötvös Lorándról, 239 – 242. oldal.

a A nemrég elhunyt szerző 1969. április 17-én, Eötvös halálának 50. évfordulója alkalmával tartott előadásának részlete.

T. G.



# A Kisalföld neogén előtti aljzatának szerkezet-földtani vizsgálata

WEIN GYÖRGY

*Az előadás egyrészt a Kisalföld neogénnel fedett aljzatának szerkezetföldtani vázlatát igyekszik a mai ismeretek és a beszerezhető adatok alapján megadni, másrészt azokat a problémákat exponálja, amelyek megoldása nagymértékben segítené a terület további földtani megismerését.*

*В работе дается описание строения основания Малой венгерской низменности, покрытого неогеновой толщей, с использованием имеющихся и доступных данных. Кроме того рассматриваются проблемы, решение которых может способствовать дальнейшему изучению геологического строения данного района.*

*Es ist eine Absicht des Verfassers, auf Grund der heutigen Kenntnisse und der zur Verfügung stehenden Daten eine Skizze des mit Neogenen bedeckten Grundgebirge der Kleinen Tiefebene zu geben; andererseits beleuchtet er die Probleme, deren Lösung unsere Kenntnisse beträchtlich der geologischen Verhältnisse des Gebiets bedeutend fördern würde.*

Akkor, amikor a Kisalföld neogén aljzatának rekonstrukcióját megkíséreljük felvázolni, ezt abban a tudatban tesszük, hogy ez a hiányos feltártság és számos megoldatlan probléma következtében olyan kísérletnek tekintendő, amely további kooperációs munka alapjait hivatott képezni. Éppen azért fordulunk a Vitaülés fóruma elé, hogy a szükséges vitát és az eredményes munkát megindítsuk abban a reményben, hogy így elsősorban a közös kérdésekre hamarabb és megnyugtatóbb módon kapjunk választ.

Munkánkhoz felhasználtuk az összes rendelkezésre álló, illetve bocsájtott mélyfúrási adatot, geofizikai, így elsősorban gravitációs, szeizmikus és mágneses méréseket és a Kisalföld neogén süllyedékét határoló hegységek, beleértve a szlovák területre esőket is, felszíni adatait, valamint a szlovákiai Kisalföld neogénnel fedett medencealjzatára vonatkozó kiértékeléseket, amelyek közül elsősorban Fusan O. – Ibrmajer J. – Plancar J. – Slavik J. – Šmísek M. 1971. munkáját kell kiemelnünk.

A Kisalföld neogén medencéje három idősebb szerkezeti egységen formálódott ki. Ezek ÉNy-ról DK felé a következők.

1. A soproni kristályos kőzetek övezete, amit Szalai T. Centrál-Kárpáti küszöbnek nevezett el;
2. a kisalföldi ópaleozoós öveget;
3. a Magyar Középhegység-i vályú.

## 1. A soproni kristályos kőzetek övezete

Vendel Miklós munkáiból ismerjük a Soproni hegység képződményeit. A legidősebb a muszkovitgneisz, amely ÉNy – DK-i csapású foltokban bukkan felszínre a csillámpala összlet alól. Erősen palásodott és átmozgatott. Aplitos gneiszek is előfordulnak benne. Legelterjedtebb tag a fillites csillámpala, helyenként gránátos változattal. Általában erősen injektálódott, egyes fajtái erősen kihengereltek és paragneiszhez hasonlítanak. A legtöbb helyen tektonikusan érintkezik a gneisszel, amit limonitos breccsiatörmelék jelez. A soproni övezet legfelső tagja a diszthénes kvarcit és diszthénes pala, amelyeknek elterjedése korlátolt. A kvarcit is erősen tektonizált, habár itt inkább a nagymérvű



összetöredezettség jellemző. A gneiszet töri át, illetve belenyomul a gránitgneisz, amelynek kora  $582 \pm 54$  millió év (Vendl M. – Kisházi P. 1967). Zárványként a felszíni feltárásokból ismeretlen csillámpalát találtak benne. Tektonitok közé sorolják a leukofillitet és milonitos csillámpalát. Mindkét kőzet metamorf átalakulását a variszkuszi mozgások terhére írják. Ezt a véleményt két Rb/Sr mérés is alátámasztja, amelyet a leukofillit moszkovitján végeztek (Kovách Á., Debreceni Atomkutató Intézet). Eszerint annak kora  $330 \pm 33$  és  $270 - 330$  millió év. A leukofillitek csapásiránya ÉÉNy – DDK, az átmozgatás iránya pedig úgy látszik Ny – DNY-i, ami a helyi variszkuszi mozgások csapásirányának felelne meg.

A soproni kristályos kőzetek, a Pinye – 1 és 2, valamint a Mihályi – 4 fúrások által feltárt csillámpala szerint, a Kisalföld neogénnel fedett aljzatának ÉNy-i részét építik fel. A soproni kristályos kőzetek övezete és a kisalföldi ópaleozoós övezet közti határ DNY – KÉ-i vonal mentén rekonstruálható. A Pi – 1 sz. fúrás adatai szerint, amelyben a csillámpala fedett devon korúnak tartott dolomitbreccsiát és kloritpalát tártak fel, a határ diszkordáns települési jellegűnek látszik. DNY-felé a Rozália hegységben folytatódik a Soproni-hegység kristályos kőzetekből felépült rétegsora, míg Csehszlovákiában a Kiskárpátok hasonló kifejlődésű csillámpaláit (Pezinok sorozat) tartják velük egykorúnak.

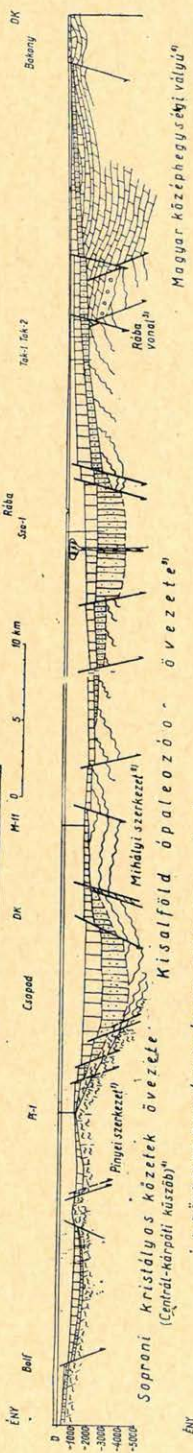
A Szlovákiára eső Kisalföld neogén aljzatának rekonstrukciója értelmében (Fusan O. et al 1971) a Veporidákat és Tátridákat elválasztó szerkezeti vonallal köthető össze a soproni kristályos kőzetek és a kisalföldi ópaleozoós övezetének DNY – ÉK-i lefutású határa. Ha Fusan O. és társainak értelmezését elfogadjuk, ami szerintünk indokolt, úgy a határvonal Magyarország területén is szerkezeti vonal, nem pedig rátelepülési határ. Viszont a Soproni hegységben is a Kiskárpátokhoz hasonlóan diszkordáns településű epimetamorf devon rétegsort várhatunk (Harmónia sorozat).

A soproni kristályos kőzetek korát feltételelesen prekambriumnak, esetleg kambriumnak veszik. Erre utal epimezometamorf állapotuk és a benyomuló gránitgneisz  $582 \pm 54$  millió éves kora. Ezt a véleményünket alátámasztja az ugyancsak prekambriumnak tartott „Pezinok sorozat” (Kiskárpátok Pezinoknál) ÉNy – DK-i csapása. Az idős epi-mezometamorf állapotú összletnek a variszkuszi és alpi DNY – ÉK-i irányra merőleges csapású és irányítottságú tömbje arra utal, hogy az ópaleozoikumot megelőzően a területen még a Podóliai masszívumhoz (Orosz tábla) igazodó „Szudéta” szerkezeti irány jött létre, amelynek legnagyobb részét a variszkuszi, majd az óalpi mozgások bedolgozták a Kárpátok gyűrődérendszerébe. Ezek szerint a Kisalföld aljzatában is feltételezhetjük a prekambriumi gyűrődési régióknak ÉNy – DK-i „Szudéta” csapású reliktumait. Az ilyen felépítésű ősi szerkezetek, tömbök szerepét nem szabad lebecsülnünk, mert a megújuló orogén fázisok sokszor felújítják azokat, vagy éppen merev rögszerkezeteik, ellentállva a fiatal tektonikai folyamatoknak, azokat eltérítik. Ezt figyelhetjük meg Pezinoknál, ahol a prekambriumnak tartott ÉNy – DK-i irányítottságú tömbön először a variszkuszi magmatizmus beolvasztó hatása csökkent le, majd az óalpi orogén fázisok alatt létrejött DNY – ÉK-i kárpáti csapású pikkelyképződések, feltolódások is megtorpantak és hozzáidomultak.

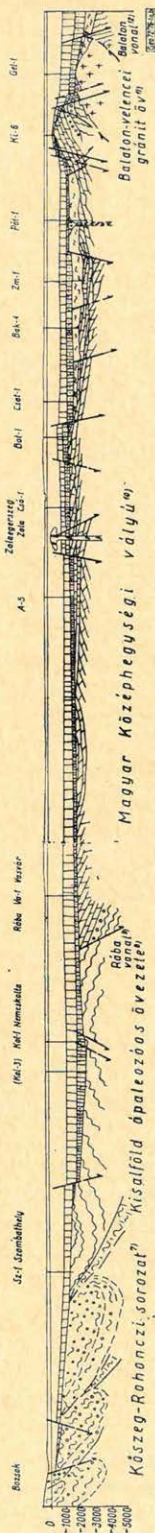
Az első metamorfozist, amely a gránitgneisz benyomulását megelőzte, az asszynti (Bajkái) vagy annál idősebb hegységképződési időszak terhére írhatjuk, amíg a leukofillit és milonitos csillámpala keletkezését, ugyancsak abszolút



а) FÖLDTANI SZELVÉNY A KISALFÖLDÖN ÁT



б) FÖLDTANI SZELVÉNY AZ ÉSZAK-ZALAI MEDENCÉN ÁT



1. дора

Fig. 1. a) Геологический разрез через территорию Малой Венгерской низменности (I-I) 1-структура Пинье; 2-структура Михая; 3-линия реки Раба; 4-центральный Карпатский порог; 5-древнепалеозойская зона Малой низменности; 6-грабен в Венгерском межгорье. — б) Геологический разрез через впадину Северной Залы (II-II). — 7-серия Кőszeg-Рохонц; 8-древнепалеозойская зона Малой низменности; 9-линия реки Раба, 10-грабен в Венгерском межгорье; 11-гранитная зона Балатон-Веленце; 12-Линия оз. Балатон; 13-условное обозначение; 14-толща перми; 15-карбон 2, серия „Kőszeg-Rohonc”; 16-карбоновые граниты; 17-эпиметаморфическая серия силура-девона; 18-докембрийские эпит-, мезозональные кристаллические породы (Шопронские горы); 19-зоеновая толща; 20-верхнемеловые пласты; 21-толща триасового мела; 22-гелетские, тортоновые-сарматские пласты; 23-зоеновые андезиты; 24-верхнепаннонская толща; 25-нижнепаннонская толща; 26-верхнепаннонские базальты

Fig. 1. a) Geologisches Profil durch die kleine Tiefebene (I-I). — 1. Struktur von Pinye, 2. Struktur von Mihályi, 3. Rába-Linie, 4. Zentralkarpatische Schwelle, 5. Altpaleozoische Zone der Kleinen Tiefebene, 6. Trog des Ungarischen Mittelgebirges. — b) Geologisches Profil durch das Becken von Nordzala (II-II). — 7. Serie von Kőszeg-Rohonc, 8. Altpaleozoische Zone der Kleinen Tiefebene, 9. Rába-Linie, 10. Trog des ungarischen Mittelgebirges, 11. Balaton-Velence-Granit-Zone, 12. Balaton-Linie, 13. Zeichenerklärung, 14. Permische Schichtenfolge, 15. Karbon (?) „Serie von Kőszeg-Rohonc”, 16. Karbongranit, 17. Epimetamorph-Serie aus dem Silur-Devon, 18. Präkambrische epi-mesozoische Kristalline (Sopron-Gebirge), 19. Eozän-Schichtenfolge, 20. Oberkreide-Schichtenfolge, 21. Triassische-Unterkreide-Schichtenfolge, 22. Helvetische-Torton-Sarmatische Schichten, 23. Eozän-Andezite, 24. Oberpannonische Schichtenfolge, 25. Unterpannonische Schichtenfolge, 26. Oberpannonischer Basalt



kormeghatározások alapján, a variszkuszi mozgások okozták. A két metamorf fázis után K – Ny-i csapású kvarcittal töltött telérek keletkeztek, amelyek már nem szenvedtek metamorfózist. Keletkezési koruk bizonytalan. Végül neogén rétegsor fedte be csaknem az egész területet.

## 2. A kislalföldi ópaleozoós övezet

A Kislalföld középső részén a soproni kristályos kőzetek övezete és a Rába-vonal közt számos helyen tárták fel a fúrások a kövületesen is igazolt epimetamorf állapotú szilúr-devon rétegeket. Balázs E., aki a fúrási anyagot feldolgozta, az Ikervár-4 sz. fúrás 1747 – 2296 m-ig tartó szakaszában feltárt epimetamorf összletet három szakaszra osztotta. Az alsó szakasz 280 m homokkőpala, amelybe szericites kloritpala, szericitpala és aleuritpala közbetelepülések iktatódnak. A középső szakasz 190 m vastag diabáz és kloritpala és kloritpalából keletkezett szideritttartalmú dörzsbreccsa. A felső 79 m grafitos márgából, majd réteges felépítésű mészmárgapalából áll. Az alsó szakasz a Balatonfelvidékről ismert és a benne levő Graptolitesek alapján (Oravetz J. 1964.) szilur korúnak határozható meg. A középső és felső szakasz magas karbonáttartalma és kőzet-tani hasonlatossága alapján a kelet-ausztriai devon rétegekkel hozható kapcsolatba.

A szilúrba sorolt rétegekben alulról felfelé csökken a szemnagyság és a helyenkénti magas földpáttartalom savanyú vulkanizmusra utal. A Vaszar – 5 sz. fúrásban feltárt szilúrba sorolt rétegekből Oravetz J. *Microhystridium* alak-körbe tartozó *Hystriochosphaeridák*at határozott meg. A szilurnak minősített karbonátban szegény rétegek a Rába-vonal mentén DNy – ÉK csapású zónában helyezkednek el. Tőle ÉNy-ra és DK-re devon rétegeket tártak fel a fúrások úgy, hogy abból egy elnyúlt antikliniális formára következtethetünk, melynek középső részét a szilur rétegek építik fel.

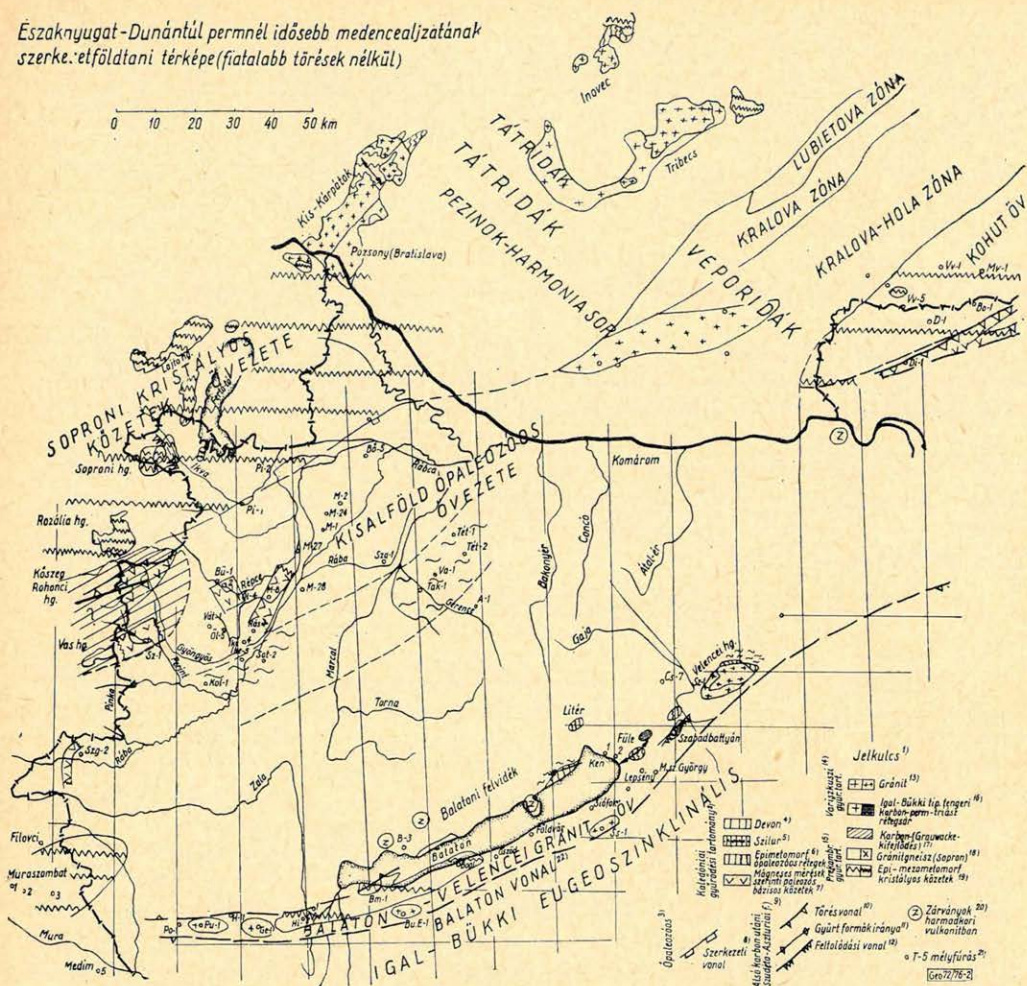
A bükki területen a devon rétegsort, amely karbonátos jellegével üt el a szilurtól kristályos meszes dolomit, sötétszürke meszes-dolomitos szericitpala és homokos dolomitpala építi fel. Az Ölbő – 3 sz. fúrásban *Angochitina* maradványokat találtak. A Mihályi-répcelaki területen homokkőpala, szericit-pala, szericites kvarcit, kvarcitpala, kloritpala, mészpala, dolomitpala, dolomitfillit, dolomit és karbodiabáz építi fel a devon rétegeket. Chitinozoa részecskéket itt is észleltek. A fúrómagokon három palássági sík észlelhető. A hajszáltrepedések első generációját klorit, a másodikat kvarc és a harmadikat kalcit tölti ki, miből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy az ópaleozoós összletet három kontraktív jellegű orogén fázis érintette.

A Tét – 2 és Alsószalmavár – 1 sz. fúrások azt igazolják, hogy az északi-Bakony felső perm-mezozós rétegsora alatt is megvannak az epimetamorf ópaleozoós rétegek. Az Alsószalmavár – 1 sz. fúrásban 400 m vastag-vékony szerpentinit-közbetelepüléssel vörös agyagpala-összletet tártak fel. Kőzettani hasonlóság alapján ezt a Szlovák földörátás devonnal azonosította Nagy E., aki fúrás anyagát feldolgozta. A Balatonfelvidék litéri feltolódásában felszínre kerülő diabáz, a felszíni feltárásokban és fúrásokban és bazalttufa zárványokból előkerülő graptoliteszes szilur és karbonátosabb devon palák azt bizonyítják, hogy az ópaleozoós rétegek a Magyar-Középhegységi vályú egész területén kifejlődtek.

Az ópaleozoós rétegsor keletkezési körülményei fokozatosan kialakuló geoszinklinális képződményre utalnak. Az eredetileg agyagos, aleuritos-homokos



Északnyugat-Dunántúl permnél idősebb medenceelvezésének szerkezetföldtani térképe (fiatalabb törések nélkül)



2. ábra

Фиг. 2. Карта геологического строения основания северовосточной части Задунайской области возрастом более древним перми (без молодых разрывов)

1 – условное обозначение; 2 – каледонская складчатость; 3 – древнепалеозойские? горные породы; 4 – девон; 5 – силур; 6 – эпиметаморфические древнепалеозойские пласты; 7 – палеозойские базальтные породы, выделенные по данным магнитометрических работ; 8 – структурные линии; 9 – пласты, следовавшие за нижним карбоном (судето-австрийские); 10 – линия сброса; 11 – направленность складчатости; 12 – линия надвига; 13 – граниты; 14 – линия варисийской складчатости; 13 – граниты; 14 – линия варисийской складчатости; 15 – докембрийская складчатость; 16 – морская толща карбона-перми-триаса типа Игал – Бюкк; 17 – ? карбон (гроувакская фация); 18 – гранитогнейсы (Шопрон); 19 – эпи-мезометаморфические кристаллические породы; 20 – включения в третичных вулканитах; 21 – глубокие скважины; 22 – линия оз. Балатон

Fig. 2. Strukturgeologische Karte des vorpermischen Grundgebirges des nordwestlichen Transdanubiens (ohne die jüngeren Brüche)

1. Zeichenerklärung, 2. Kaledonisches Faltungsgebiet, 3. Altpaleozoisch (?), 4. Devon, 5. Silur, 6. Epimetamorf-altpaleozoische Schichten, 7. Paleozoische Alkaligesteine nach den magnetischen Messungen, 8. Strukturlinie, 9. Nach dem Unterkarbon (Austriische Phase), 10. Bruchlinie, 11. Richtung der gefalteten Formen, 12. Aufschuppungslinie, 13. Granit, 14. Variszische Faltungslinie, 15. Prekambrisches Faltungsgebiet, 16. Karbon – Perm – Triassische Meeres-Schichtenfolge vom Typ Igal-Bükk, 17. Karbon (?) (Grauwacke-Entwicklung), 18. Granitgneiss-Schichtenfolge, Sopron, 19. Epimesometamorfische Kristalline, 20. Einlagerungen in tertiären Vulkaniten, 21. Tiefbohrung, 22. Balaton-Linie



és meszes rétegsor közé eleinte savanyú vulkanit anyag keveredett, majd bázisos iniciális jellegű vulkáni tevékenység vette át a szerepet. Az egész összlet, amelynek vastagságát fúrások segítségével sehol sem állapíthatjuk meg, a devon után és a felső perm előtt epimetamorfózist szenvedett. Ezt a regionális metamorfózist, amelynek nyomait már a Soproni hegységben is észleltük, a variszkuszi mozgások breton fázisának tulajdoníthatjuk. Ennél a megállapításnál hivatkozunk a szabadbattyáni kövületes alsókarbonra, amelyet ez az erős metamorfózis már nem érintett. (Földvári A. 1952.)

A kisalföldi ópaleozoós övezet ÉK-i folytatását a Veporidákban kereshetjük (Buday T. Spicka V. 1967. Vass D. Marková M. Fusán O. 1968., Fusán O. Kuthan M. Duratny S. Plancar J. Zboril L. 1969. Fusán O. et. al. 1971). A Kisalföld DNy-i részén kialakult Észak-zalai neogén medence és a Magyar Középhegységi vályú mezozoikum alatti ópaleozoikumnak itt igen kevés adat áll rendelkezésünkre, a Vas-hegység osztrák területre eső részén, Güssingben és Kirchfidisben kövületesen is igazolt ópaleozoós (devon brachiopoda Toulou 1878) rétegek felé kereshetjük a folytatását. Viszont a Kőszeg-Rohoncz-i hegységet felépítő epimetamorf összlet korára és tektonikai helyzetére vonatkozólag megoszlának a vélemények.

A Kőszeg – Rohoncz-i sorozat legelső tagja a cáki konglomerátum-lencsét tartalmazó mészcillámpala-mészfillit összlet. A cáki konglomerátum monomikt törmelékes kőzet, amely a dolomit kavicsokon kívül elenyésző mennyiségű mészkő-, leukofillit-, gneisz-, kvarcit-kavicsot is tartalmaz (Varrók K. 1963 és Juhász Á. 1965). A kavicsalegrészek változó mértékben koptatottak. Ezek a megfigyelések arra utalnak, hogy a cáki konglomerátum a flis kifejlődésére jellemző pszeudokonglomerátum, amelyet természetesen az egész összletet érintő szerkezetföldtani hatások metamorfizáltak. A cáki konglomerátum dolomit-kavicsaiból Oravetz J. egykamrás mészvázú foraminiferákat és ostracodákat mutatott ki. Ezen megfigyeléseire támaszkodva azon véleményének adott kifejezést, hogy a dolomitkavicsok devonnál nem lehetnek öregebbek, mivel a mészvázú foraminiferák csak a devontól ismeretesek. Újabban Nagy E. (1970.) vizsgálatai és Sidó M. meghatározása alapján a cáki konglomerátum dolomit-kavicsaiban *Endothyra radiata* var. *tateana* Howch. mészvázú foraminiferát mutatott ki. Az alak felső karbon-alsó perm-ben élt. Itt kell ismertetnem Bendefy L. (1954.) növénymaradvány-leletét is. Adreánszky G. meghatározása szerint egy igen rossz megtartású *Lepidodendron*-törzs-törödédek került ki a cáki konglomerátumból. Meg kell még, mint negatívumot említenem, hogy Nagy E. conodonta vizsgálatai mindezekig nem vezettek eredményre, és megbízható abszolút korvizsgálatok sem történtek, sem a cáki konglomerátumból, sem a Kőszeg – Rohoncz-i összlet egyéb kőzetéből.

A következő tag a kvarccsillámpala-kvarcfillit összlet, amelyre végül a bázisos eruptív anyaggal keveredett zöldpala rétegek települnek.

A serpentinteket, amelyek intruzív ultrabázitokból keletkeznek (Vendel M. – Kisházi P. 1967) a variszkuszi tektogenezissel hozzák kapcsolatba.

A Kőszeg – Rohoncz-i összlet korát elsősorban litológiai hasonlóság alapján próbálták megállapítani. A régi felfogás, amelyhez úgy látszik az újabb adatok alapján indokolttnak látszik visszatérni, azt karbon korúnak tartja. (Bandat H. 1928. Földvári A. – ifj. Noszky J. – Szebényi L. – Szentes F. 1948. Bendefy L. 1954) – A másik tábor ugyancsak kőzettani alapon a keletalpi ópaleozoikummal és a kövületesen is igazolt Kisalföld neogén aljátát képező ópaleozoikummal történő párhuzamosítás alapján ópaleozoikumba, és pedig



devanba sorolja a Kőszeg–Rohoncz-i ösületet (Vendel M. 1958., Varrok K. 1963., Erich A. 1961., 1966., és Wein Gy. 1969). Legújabbban osztrák kutatók egy csoportja és Nagy E. a Kőszeg–Rohoncz-i egységben pennin autohton ablakot látnak és rétegsorát alpi metamorfózis hatására átalakult mezozoós korúnak tartják. (Schmidt W. J. 1956., Pahr A. 1960., Tollmann A. 1959. 1961., Küpper H. 1965., Nagy E. 1970.)

A területen egy elmosódó (Ny–DNy–KÉK) csapású idősebb gyűrődés és ÉNy–DK-i csapású és ÉK-i vergenciájú fiatalabb pikkelyeződés figyelhető meg. Varrók K. (1963) ezen gyűrődési fázisokkal kapcsolatos hasonló irányú palásságot is kimutatott. Kisalföld neogén aljzatában észlelt antiklinális magjában levő szilur rétegsorok, valamint a DNy–ÉK-i irányban rendeződött mágneses maximumok már a kárpáti csapásirányt követik. Az ÉNy–DK-i csapású pikkelyeződés viszont a keleti Alpokban megfigyelt, alpi orogenezishez kapcsolódik és annak egyelőre még nem tisztázott autohton maradványait képezné (beékelte helyzetű ÉNy–DK-i csapású „Szemeringkvareit”).

Részünkről részben revideálva, illetve területekre bontva régebbi hipotézisünket, szabadjon az alábbiakban körvonaloznunk a Kőszeg–Rohoncz-i hegység és Kisalföld neogénnel fedett aljzatának kialakulására vonatkozólag elgondolásukat.

Ezek szerint a kövületesen is igazolt és a Kisalföld neogén aljzatában Győrtől–Szentgotthárdig kimutatott ópaleozoikumot DNy–ÉK-i csapású autohton képződménynek tekintjük, amely ÉK felé a Veporidákkal, DNy felé, pedig a güssingi és kirchfidischi kövületekkel is bizonyított ópaleozoikummal hozható kapcsolatba.

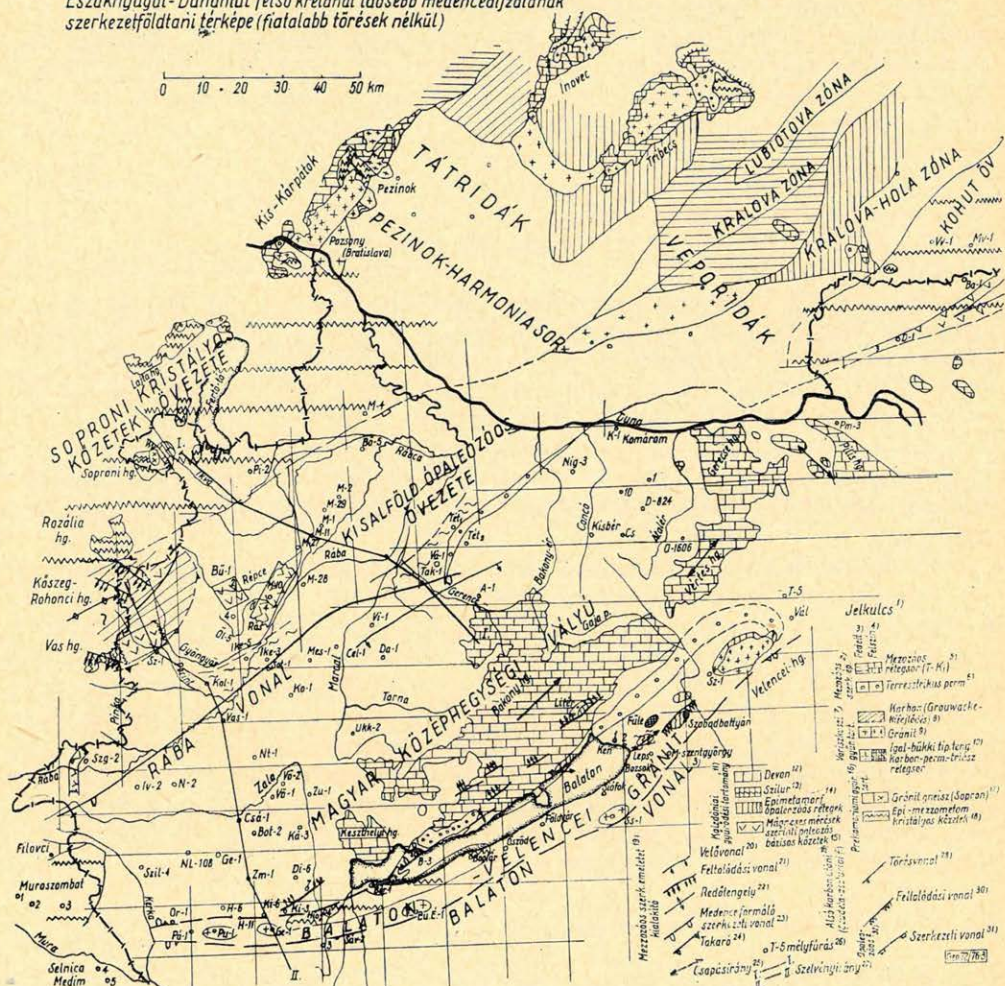
A Kőszeg–Rohoncz-i sorozatot pedig autohton, vagy paraautohton helyzetű karbonkorú „grauwacke” kifejlődésű rétegsornak tartjuk, amelyet először a variszkuszi mozgások szudéta vagy még későbbi fázisa közel K–Ny-i redőkbe gyűrte, majd az alpi, feltehetően az ausztriai fázis alatt, keletalpi takarórendszer egy, illetve két egysége csúszott rajta keresztül, miközben az ÉNy–DK-i csapású pikkelyes szerkezetet hozta létre.

### 3. A Magyar-középhegységi vályú

A Rába-vonaltól (Kőrössy L. 1965) DK-re számos fúrás tárta fel a Magyar Középhegységből ismert mezozoós rétegsort. Sőt, mint már említettük, a Tét–2 és Alsószalmavár–1 sz. fúrások a bakonyi kifejlődésű perm-triász rétegek alatt a szilur, illetve devon epimetamorf állapotú rétegekbe jutottak. Mind a fúrási adatok, mind a Bakony-hegység felépítése arra utalnak, hogy az alpi üledékképződési ciklus alatt képződött mintegy 8000 m vastag perm-felső kréta üledéksor autohton helyzetben, ülepedési diszkordanciával települ az ópaleozoikumra. A rétegsort az alpi ciklus orogén fázisai, így elsősorban az ausztriai és szubherein fázisok enyhén meggyűrtek és helyenként uralkodóan DK-i vergenciájú pikkelyekbe rendezték, ami közben horizontális eltolódások jöttek létre. A Rába-vonal, amely a Kisalföld neogén aljzatán az ópaleozoós és mezozoós rétegek éles tektonikus határát alkotja, valószínűleg már a variszkuszi mozgások alatt kezdett kialakulni, de mai formáját az alpi ciklus geoszinklinális időszaka alatt nyerte el.

A nagyigmándi és komáromi mélyfúrások, amelyek felső-triász dachsteini mészkövet, illetve dolomitot tártak fel, biztosan jelzik a Magyar középhegységi vályú ÉK-i folytatását. A határvonal K-felé a DNy–ÉK-i csapásirányból





3. ábra

Fig. 3. Карта геологического строения основания северо-восточной части Задунайской области возрастом, более древним верхнего мела (без молодых сбросов)  
 1 – условное обозначение; 2 – мезозойская структура; 3 – покрытый; 4 – поверхность; 5 – мезозойская толща ( $T-K_1$ ); 6 – материковые отложения перми; 7 – варисцийская складчатость; 8 – ? карбон (граувакская фация); 9 – граниты; 10 – карбон-триасовая толща типа Игал – Бюкк; 11 – каледонская складчатость; 12 – девон; 13 – силур; 14 эпи-метаморфические древнепалеозойские пласты; 15 – палеозойские базальтные породы, выделенные по данным магнитометрических работ; 16 – докембрийская складчатость; 17 – гранитогнейсы (Шопрон); 18 – эпи-мезо-метаморфические кристаллические породы; 19 – мезозойская структура; 20 – линия сброса; 21 – линия надвига; 22 – ось сброса; 23 – структурная линия, обуславливающая впадину; 24 – покров; 25 – простирание; 26 – глубокие скважины; 27 – направление профилей (I – I, II – II); 28 – горные породы, следовавшие за нижним карбоном (судатские, австрийские); 29 – линия сброса; 30 – линия надвига; 31 – структурные линии; 32 – древний палеозой ?; 33 – линия оз. Балатон

Fig. 3. Strukturgeologische Karte des Pre-Oberkreide-Beckengrundes des nordwestlichen Transdanubiens (ohne die jüngeren Brüche)



csaknem K–Ny-ivá hajlik. Ezt az irányváltozást a Gerecsében és Buda-Pilisi hegységben KDK-ivé változott csapásirány is jelzi. Az ausztriai mozgások hatására ezen a szakaszon a középhegységi DNy–ÉK-i csapásirány megtörik és KDK-re fordul. Ezt az éles csapásváltozást legújabb vizsgálataink szerint az ausztriai orogén fázisban bekövetkezett erőteljes horizontális erőhatásnak tulajdoníthatjuk. A szlovák terület neogén aljzatának iránya is jelzi ezt az irányváltozást.

A Kisalföld ópaleozoós övezetében az eddigi fúrások nem tártak fel mezozoós képződményeket. Ezt azzal magyarázhatjuk, hogy a terület a mezozoikum alatt is már szárazulat volt, vagy azzal, hogy a neogén előtti felső kréta-paleogén emerziós időszakban az lepusztult. De feltehetjük azt is, ahogyan azt Küpper H. (1965) munkájában ismertette, hogy innen csúszott le gravitációs úton a Bécsi-medence alján feltételezett mészkő-Alpok ÉK-i folytatása. Ha figyelembe vesszük a Csehszlovák terület Kisalföldet szegélyező hegységeit (Kiskárpátok, Inovec, Tribecs), úgy azokban mindenhol megtaláljuk a kristályos kőzetek felett autohton, vagy alohton helyzetben a mezozoós rétegek maradványait. Ezért úgy gondoljuk, a legegyszerűbb magyarázat az lenne, hogy az egykori mezozoós rétegek maradványait fel kell tételeznünk a Kisalföld neogénnel fedett aljzatában ott is, ahol eddig a fúrások még nem mutatták azt ki. Az alpi geoszinklinálisban a mezozoós üledékképződési ciklus alatt az egyes üledékgyűjtő vályúk közt húzódó küszöböket is időnként tenger borította el úgy, hogy bár hézagosan és csökkent vastagságban, de ott is történt üledékképződés. A legvalószínűbb az, hogy a geoszinklinális időszak után, ausztriai-szubhercin mozgásokat követően emelkedhetett ki a Rába-vonaltól ÉNy-ra húzódó paleozoós óv, ami azután a neogénig szárazulat is maradt. Ez alatt a hosszú szárazföldi időszak alatt a mezozoikum vagy teljesen, vagy nagyrészt lepusztulhatott, amit a Magyar Középhegységben felhalmozódott vastag ÉNy-felől származtatott oligocén és alsó miocén kavics rétegek is bizonyítanak.

A Kisalföld mai képe a neogén folyamán alakult ki. A hosszanti (DNy–ÉK) és haránt (ÉNy–DK) törések mentén jöttek létre az ÉNy-i és DK-i medencék, köztük a mihályi szerkezettel. A fúrások és geofizikai mérések alapján rekonstruált neogén süllyedékben 5000 m-es üledéksor is felhalmozódott, ami nagymértékben megnehezíti az aljzat kutatását. A neogén előtti és perm előtti aljzatot feltüntető térképváltozatoknál a fiatal töréseket egyszerűsítési szempontból nem ábrázoljuk.

#### IRODALOM

- Balázs E.: 1971: A Kisalföld medencealjzatának ópaleozoós kőzetei. Földt. Int. évi jel. az 1969. évről.  
 Bandat H.: 1928: A Kőszeg Rohonci hegység nyugati részének geológiai viszonyai. Földtani Szemle I. 5. f. pp. 191–214.

1. Zeichenerklärung, 2. Mesozoische Strukturbildung, 3. Bedeckt, 4. Oberfläche, 5. Mesozoische Schichtenfolge, ( $T-K_1$ ), 6. Terrestrisches Perm, 7. Variszisches Faltungsgebiet, 8. Karbon (? (Grauwacke-Entwicklung), 9. Granit, 10. Karbon-triassische Meeres-Schichtenfolge vom Typ Igal-Bükk, 11. Kaledonisches Faltungsgebiet, 12. Devon, 13. Silur, 14. Epi-metamorf-altpaleozoische Schichten, 15. Paleozoische alkalische Gesteine nach magnetischen Messungen, 16. Prekambrisches Faltungsgebiet, 17. Granit-Gneiss (Sopron), 18. Epi-Meso-Metamorf-Kristalline, 19. Stockwerkbildende mesozoische Struktur, 20. Verwerfungslinie, 21. Aufschuppungsline, 22. Verwerfungsachse, 23. Beckenentwickelnde Strukturline, 24. Decke, 25. Streichrichtung, 26. Tiefbohrung, 27. Profilrichtung (I–I), (II–II), 28. Post-Unterkarbon, (Sudeto-Austrische Phase), 29. Bruchlinie, 30. Aufschuppungsline, 31. Strukturline, 32. Altpaleozoisch (?), 33. Balatonlinie



- Bendefy L. 1954: Növénymaradványok a cáki konglomerátumban. Bányászati Kohászati Lapok, 9(87) K. pp. 52–53.
- Bendefy L. 1966: Fiatal szerkezetképző mozgások a Kőszeg-Borostyánkő-i paleozoikumban. Dunántúli Tud. Gyűjt. 57 k. ser. 30. pp. 17–64.
- Budai T. 1961: Der tektonische Werdegang der Neogenbecken der Westkarpaten und ihr Baustil. Geol. Prace z. 60. Bratislava.
- Budai T. – Kodym O. Sen. – Mahel M. – Matejka A. – Svoboda J. – Zoubek V. 1960: Tectonic development of Czechoslovakia. Praha.
- Budai T. – Spicka V. 1957: Einfluss der Untergrundes auf den Bau und Entwicklung der intramontan Depressionen unter Berücksichtigung der Verhältnisse im Donaubecken. Sbornik Geol. Vied. rad. ZK. zv. 7. Bratislava pp. 153–187.
- Dubay L. 1956: A nagylengyeli terület mélyföldtani viszonyai. F. K. 86 k. 3. f.
- Dubay L. 1963: Az Észak-zalai medence fejlődéstörténete a kőolajkutatás tükrében. F. K. 92 k. 1. f. pp. 15–39.
- Erdélyi M. 1965: Geological studies in the Halimba Basin. Acta Geol. Hung. 9. k. pp. 339–362.
- Erich A. 1961: Die Grauwackezone von Bernstein. Mitt. Geol. Ges. Wien 53. 1960. pp. 53–115.
- Erich A. 1966: Zur regionaltektonischen Stellung der RechnitzerSerie (Burgenland-Niederösterreich) Verh. d. geol. Bundesanst. 1–2 h. pp. 77–85. Wien.
- Földváry A. – ifj. Noszky J. – Szabó L. – Szenté F. 1948: Földtani megfigyelések a Kőszegi hegységben. Jel. a jöv. mélykút. 1947–48. évről pp. 3–31.
- Flügel H. 1964: Das Paläozoikum in Österreich. Mitt. Geol. Ges. Wien. 56. pp. 402–443.
- Fusan O. 1957: Paleozoikum Gemerid. Geol. prace Zoisit 46. Bratislava.
- Fusan O. – Kuthan M. – Duratny S. – Placár J. – Zboril L. 1969: Der geologische Untergrundbau der mittelslowakischen Jungvulkanite. Zborn. Geol. vied. rad. ZK. zv. 10. pp. 108–160. Bratislava.
- Fusan O. – Ibrmajer J. – Plancar J. – Slávik J. – Smisek M. 1971: Geological structure of the Basement of the Covered Parts of Southern Part of inner West Carpathians Zbornik Geol. Vied rad. Z. K. zvaz. 15. Bratislava.
- Haász I. in Posgay K. 1967: A magyarországi földmágneses hatók áttekintő vizsgálata. Magyarország földmágneses térképe. Geof. Közl. 16. k. 4. sz.
- Juhász A. 1965: A „cáki konglomerátum” közettani vizsgálata. F. K. 95. sz. 3. f. pp. 313–319.
- Kőrössy L. 1958: Adatok a Kisalföld mélyföldtanához. F. K. 88. k. pp. 291–298.
- Kőrössy L. 1965: Nyugatmagyarországi medencék rétegtani és szerkezeti felépítése. F. K. 95. k. 1. f. pp. 22–36.
- Küpper H. 1965: Ausztria földtani kutatásának újabb eredményei és jelentőségük Magyarország földtana szempontjából. F. K. 95. k. 3. f. pp. 292–297.
- Küpper H. 1957: Erläuterungen zur geologischen Karte Mattersburg-Deutschkreutz. Zweiter Teil. Geol. Bundesanstalt Wien.
- Lányi L. 1960: A Magyar Kisalföld mélyszerkezete a geofizikai mérések alapján. Geof. Közl. 8. k. 4. sz. pp. 219–240.
- Mahel M. 1961: A központi Kárpátok mezozoikumának új felosztása és földtörténeti fejlődése. F. K. Évk. 49 k. 1. f. pp. 35–53.
- Metz K. 1957: Geologische Karte von Steiermark. 1: 300.000 Graz.
- Nagy E. 1971: Vizsgálatok a Kőszegi-hegységben. MÁFI. adattár.
- Noszky J. ifj. 1961: Magyarország jura képződményei. F. I. Évk. 49. k. 2 f. pp. 375–392.
- Oravecz J. 1964: Szilur képződmények Magyarországon. F. K. 94. k. 1 p. 3–9.
- Pahr A. 1960: Ein Beitrag zur Geologie des nordöstlichen Sporns der Zentralalpen. Vehr. geol. Bundesanst. pp. 274–283.
- Posgay K. 1967: A magyarországi földmágneses hatók áttekintő vizsgálata. Geof. Közl. 16 k. 4. sz. pp. 1–118.
- Renner J. – Stegena L. 1966: Magyarország mélyszerkezetének gravitációs vizsgálata. Geof. Közl. 14 k. 1–4. sz. pp. 103–114.
- Sághy Gy. – Vándor B. – Varga L. 1967: A kisalföldi refrakciós mérések földtani eredményei. F. K. 97 k. 2. f. pp. 160–166.
- Scheffer V. 1965: A keleti Alpok határterületének regionális geofizikai áttekintése. F. K. 95. k. 1. f. pp. 5–21.
- Scheffer V. – Kántás K. 1949: A Dunántúl regionális geofizikája. F. K. 79. k. pp. 327.
- Schmidt E. R. 1961: Geomechanikai szempontok a magyar mezozoós kratoszinklinálisok kialakulásához és főbb hegységszerkezeti vonásaik értelmezéséhez. F. I. Évk. 49 k. 3. f. pp. 747–558.
- Schmidt W. J. 1956: Schieferinseln am Ostrand der Zentralalpen. Mitt. Geol. Ges. Wien 47. 1954. pp. 360–365.
- Schwinn R. 1951: Die Zentralzone der Ostalpen, Geologie von Österreich: Scheffer F. X. Wien.



- Senes J.* 1964: Az üledékképződéssel egyidejű kéregmozgások időbeli helyzete a szedimentációs ciklusban. Föld. Kut. 7 évf. 2–3. sz. pp. 36–41.
- Stegena L.* 1964: Magyarország geotermikus térképei Geof. Közl. 13. k. 2. sz. pp. 221–230.
- Szalai T.* 1958: A Kárpátok geotektonikai szintézise. Geof. Közl. 7. k. 2. sz. pp. 111–146.
- Szalai T.* 1961: Die Tisia und Zwischengebirge des Karpatenbeckens. Geof. Közl. 9. k. 3–4. f. pp. 166–185.
- Szantner F.* — *Szabó E.* 1962: Új tektonikai megfigyelések az utóbbi évi bauxitkutatások alapján. F. K. 92. k. 4. f. pp. 416–451.
- Szádeczky — Kardoss E.* 1964: Geotektonische Betrachtungen über Magmatektonik und Magmatismus des innerkarpatischen Vulkanismus. Acta Geol. 8. k. 1–4. f. pp. 433–454.
- Szádeczky — Kardoss E.* — *Bubucs L.* — *Juhász Á.* — *Oravecz J.* — *Pantó G.* *Szepesházi K.* 1967: Metamorphose in Ungarn. Acta Geol. 11. k. 1–3. f. pp. 49–58.
- Szebényi L.* 1948: A Vashegy magyarországi részének földtani viszonyai. Jel a jöv. mélykút. 1947/48 évi munk. pp. 45–50.
- Szentes F.* 1961: A magyarországi mezozoós kéregmozgások. F. I. Évk. 49. k. 3. f. pp. 741–745.
- Szentes F.* 1968: Magyarázó az L–34–I Tatabánya 200 000-es laphoz. MÁFI kiadvány Budapest.
- Telegdi Róth K.* 1934: Adatok az északi Bakonyból a magyar középső tömeg fiatal mezozoós fejlődéstörténetéhez. Mat. és Term. tud. Ért. 52 k. pp. 205.
- Tollmann A.* 1961: Neue Ergebnisse über den Deckenbau der Ostalpen auf Grund fazieller und tektonischer Untersuchungen. Geol. Rundschau 50 k. pp. 506–516. Stuttgart.
- Tollmann A.* 1966: Die Alpidischen Gebirgsbildungs-Phasen in den Ostalpen und Westkarpaten. Geotekt. Forsch. 21. k. pp. 1–156. Stuttgart.
- Toula F.* 1878: Über Devonfossilien aus dem Eisenbürger Komitat. Verh. Geol. R. A. pp. 47–52. Wien.
- Varrók K.* 1963: Földtani vizsgálatok a Kőszegi hegységben. F. I. évi jel. az 1960. évről. pp. 7–20.
- Vass D.* — *Markova M.* — *Fusan O.* 1968: Dependence of the development of tertiary basins on the inner side of the West-Carpatian Arch upon the structure of the substratum. Geol. prace Zap. 44–45. pp. 131–147. Bratislava.
- Vendl M.* 1930: Die Geologie der Umgebung von Sopron Teil I. Die kristallinen Schiefer. Mitt. d. Berg. u. Hüttenm. Abt. d. Kg. ung. Hochschule j. Berg. u. Forstweswn 1929. pp. 225–291. II. Teil. Die Sedimentgesteine des Neogen und Quartär. Erdészeti Kísérletek 1930. pp. 1–47. és 267–354.
- Vendl M.* 1933: Daten zur Geologie von Brennbérg und Sopron. Mitt. d. Berg. u. Hüttenmännischen Abt. an der Kgl. Hochschule für Berg. u. Forstw. Sopron. 5. k.
- Vendl M.* 1958: Über die Beziehungen des kristallinen unterbaues Transdanubiens und der Ostalpen Mitt. d. Geol. Ges. — 51 Bd. Wien 1960. pp. 281–293.
- Vendl M.* — *Kisházi P.* 1967: A felsőcsatári talktelep genetikája. Bány. Kut. Int. Közl. Különkiadvány. Budapest pp. 1–153.
- Wein György* 1969: Tectonic review of the neogene covered areas of Hungary. Acta Geol. 13. k. pp. 339–436.
- Winkler — Hermaden A.* 1957: Geologische Kräftespiele und Landformung. Wien.
- Zapfe H.* 1964: Das Mesozoikum in Österreich. Mitt. d. Geol. Ges. in Wien. 56 bd. 2 h. 1963.



# A Magyar Medencében mért MT szondázási görbék értelmezési kérdései Változások a jólvezető rétegek mélységében, regionális és lokális hatások

Á D Á M A N T A L

Ma már számos különböző periódustartományt átfogó, tehát különböző behatolási mélységű magnetotellurikus szondázási görbe (MTSz) áll rendelkezésünkre a Magyar Medencében ahhoz, hogy több szempont szerint is elemezzük az adathalmaz információtartalmát és keressük komplex földtani, geofizikai értelmezésüket.

Néhány érdekes értelmezési kérdés a Magyar Medencében:

1. Van-e törvényszerűség a (magnetotellurikus szondázások alapján számított) jólvezető rétegek mélységének változásában a Dunántúlon?
2. Regionális vonások a magnetotellurikus anizotrópiában:
  - a) Milyen inhomogén modellekkel közelíthetők meg ezek, alapul véve a földtani (mélyszerkezeti) térképeket?
  - b) A közet- anizotrópia szerepe.
3. Korrelációs lehetőségek a magnetotellurikus szondázások értelmezésében.

В настоящее время для территории Венгерской впадины имеется уже ряд кривых магнитотеллурического зондирования (МТЗ), охватывающих различные диапазоны периодов, следовательно, характеризующихся различной глубиной, что позволяет анализировать содержание в них информации с различных точек зрения. При этом делается попытка найти новую комплексную геолого-геофизическую интерпретацию этой информации.

К основным вопросам интерпретации в Венгерском бассейне относятся:

1. Выяснение наличия определенной закономерности в изменении глубины залегания хорошо проводящего слоя (вычисленной по данным МТЗ) в Задунайской области;
2. Региональные характеристики магнитотеллурической анизотропии;
  - a) неоднородные модели, при помощи которых они могут быть аппроксимированы исходя из геологических (структурных) карт;
  - б) роль анизотропии горных пород.
3. Возможности корреляции в интерпретации магнитотеллурических зондирований.

Heute stehen schon magnetotellurische Sondierungskurven aus dem Ungarischen Becken zu Verfügung, die recht verschiedene Periodengebiete umfassen, d.h. von verschiedener Eindringungstiefe sind. So bietet sich eine Möglichkeit dar, den Informationsgehalt der Datenmenge aus verschiedenen Gesichtspunkten zu analysieren und deren komplexe geologische-geophysikalische Interpretation zu suchen.

Einige interessante Interpretationsfragen dringen sich dabei wie folgt, auf:

1. Gibt es eine Gesetzmässigkeit in der Änderung der (auf Grund von magnetotellurischen Sondierungen berechneten) Tiefe der gut leitenden Schichten in Transdanubien?
2. Die regionalen Zügen der magnetotellurischen Anisotropie betreffend: a) durch welche inhomogene Modelle können diese approximiert werden, wenn die geologischen Tiefenstrukturkarten zu Grunde gelegt werden? b) Welche Rolle spielt dabei die Gesteins- Anisotropie?
3. Gibt es Korrelierungsmöglichkeiten bei der Interpretation der magnetotellurischen Sondierungen?

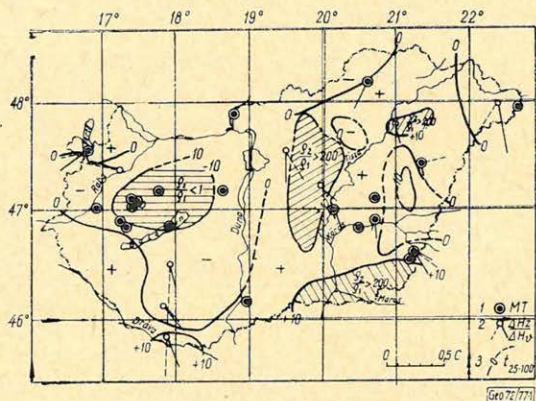


A magyarországi magnetotellurikus kutatások alaptérképe a relatív tellurikus frekvenciaszondázási térkép [1], amely a Nagycenk melletti obszervatóriumra vonatkoztatva a mérési pontokban a tellurikus relatív ellipszisek területének periódus-függését fejezi ki, pl.  $t_{25-100}$  esetében  $T' = 25$  és  $100$  sec. között (1. ábra).

1. ábra. Relatív tellurikus frekvenciaszondázási térkép Magyarországról. 1. magnetotellurikus (MT) szondázási pont; 2. földmágneses indukciós nyíl ( $C = a$  nyíl hossza); 3.  $t_{25-100}$  értékek izovonalai

Фиг. 1. Карта относительных теллурических частотных зондирования для территории Венгрии 1 – пункты наблюдений МТЗ; 2 – стрелка геомагнитной индукции ( $C =$  длина стрелки) 3 – изолинии величины  $t_{25-100}$

Fig. 1. Relative tellurische Frequenzsondierungskarte von Ungarn. 1. Magnetotellurischer Sondierungspunkt; 2. Geomagnetischer Induktionspfeil ( $C =$  Länge des Pfeiles); 3. Isolinen von  $t_{25-100}$  werten



Ennek a térképnek egyik legkiemelkedőbb negatív anomáliasíkjai a Dunántúli Középhegységben és annak ÉNy-i előterében jelentkeznek és jelentős jólvezető képződményekre utal.

Az anomáliát valószínűsítik a Wiese-féle indukciós nyilak is: A terület belsejében  $C$  értéke közel, zérus, az É-i és D-i széleken pedig az indukciós nyíl a területtől kifelé mutat.

A részletes kutatás [2], [3] kimutatta, hogy a devecseri Somló pliocén bazaltkúpjából kiinduló közel É–D-i lineáris szerkezetben éri el – eddigi ismereteink szerint – a jólvezető képződmény legkisebb mélységét ( $\sim 7$  km-ben) és legnagyobb vastagságát. A modellszámítás szerint  $0,1\Omega m$  mellett a maximális vastagság  $1$  km. Az OKGT MIR–I szelvényének ( $-55$ ) jelű pontjában  $S = 10\,000\ \Omega^{-1}$ . Minthogy e réteg alatt további, viszonylag kis ellenállású rétegösszetétel következik, a többször tíz km mélységben jelentkező nagyellenállású fekvőzetig az eredő  $S$  érték a ( $-55$ ) jelű pontban  $14\,000\ \Omega^{-1}$ .

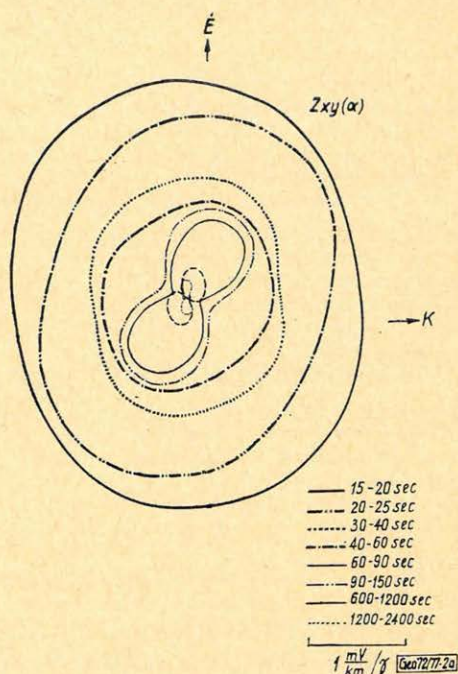
Az  $S$  értéke a fenti szelvénytől ÉNy-ra és DK-re levő pontokban csökken a MIR–I szelvény mentén végzett MT szondázások szerint [4].

Az impedanciadiagramok alapján a jellegzetes szerkezeti irányok É–D ( $= x$ ) és K–Ny ( $= y$ ). Ez látható pl. Somlővásárhely  $Z_{xy}(\alpha)$  és  $Z_{xx}(\alpha)$  diagramján a 2a és 2b ábrán. Az említett közel É–D-i irányú lineáris szerkezet mentén mért pontok helyét a 3. ábra, 5 nagymélységű szondázás  $\rho_x$  görbét a 4. ábra és ezekre elméleti modellszámítással kapott rétegsort az 1. táblázat mutatja.

A jólvezető képződménynek feltehetően egy vezető zónában bekövetkezett jelentős mérvű kivastagodásából (tömzs) elsősorban érces zónára következtethetünk. Kérdés, hogy ez kapcsolatban áll-e genetikailag a pliocén bazalttal, vagy más képződményről, pl. vasoxidos perm homokkőről van szó. A nagy



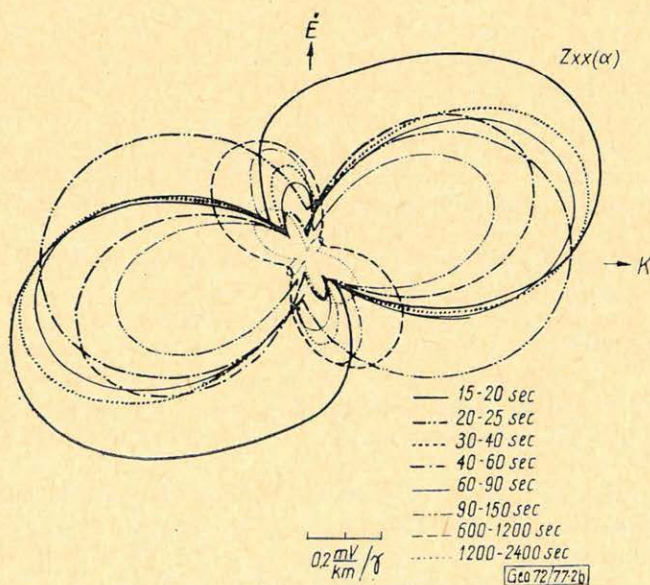
anizotrópia-tényező (pl. Somlóvásárhelyen  $\lambda > 3,4$ ) viszont a palás kőzeteket jellemzi, pl. a grafitot, grafitesíkos fillitet. — Megjegyezzük, hogy az  $MT$  anizotrópia-tényező kisebb, ha figyelembe vesszük a magnetotellurikus anizotrópia kialakításában a mellékimpedancia ( $Z_{xx}$ ) nagyságában megnyilvánuló szerkezeti tényezőket is.



2a ábra.  $Z_{xy}(\alpha)$  impedanciadiagram Somlóvásárhelyen (Polarizációs vektorok módszere)

Фиг. 2/а Диаграмма импеданса  $Z_{xy}(\alpha)$  в районе Шомловашархей (метод векторов поляризации)

Fig. 2/a.  $Z_{xy}(\alpha)$ -Impedanzdiagramm in Somlóvásárhely (Methode der Polarisationsvektoren)



2b ábra.  $Z_{xx}(\alpha)$  impedanciadiagram Somlóvásárhelyen (Polarizációs vektorok módszere)

Фиг. 2/б Диаграмма импеданса  $Z_{xx}(\alpha)$  в районе Шомловашархей (метод векторов поляризации)

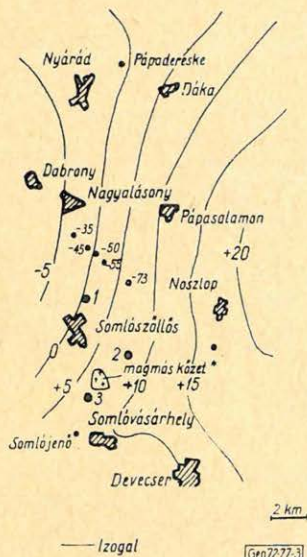
Fig. 2/b.  $Z_{xx}(\alpha)$ -Impedanzdiagramm in Somlóvásárhely (Methode der Polarisationsvektoren)



A vizsgált területen a jólvezető kőzet a paleozoikum és mezozoikum határának mélységében jelentkezik az ELGI szeizmikus kéregkutató szelvényéből ítélve, így itt is jelentős földtani vezérszint szerepe is lehet. E területtől távolodva a jólvezető réteg(ek) mélységi eloszlása a Dunántúl érdekes sajátosságot mutat.

4. ábra.  $\rho_x$  szondázási görbék Somlótól É-ra

Фиг. 4. Кривые  $\rho_x$  севернее с. Шомло  
Fig. 4.  $\rho_x$ -Sondierungskurven nördlich vom Somló



3. ábra. Magnetotellurikus szondázás mérési pontjai a Somló környékén (○ OKGT (NME) mérései, ● 1, 2, 3: MTA mérései)\* magmás kőzet

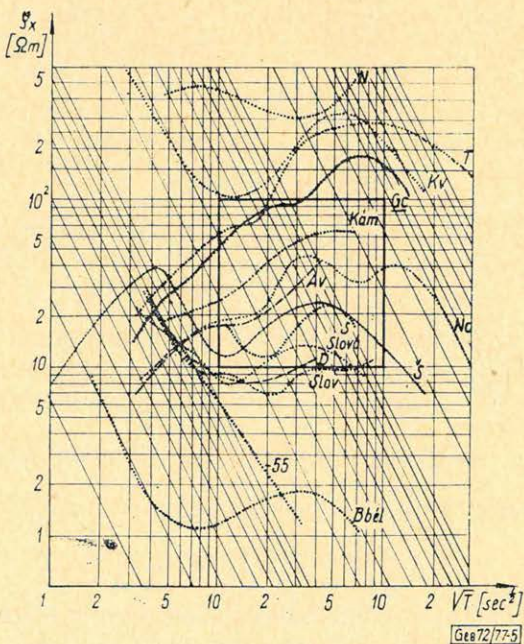
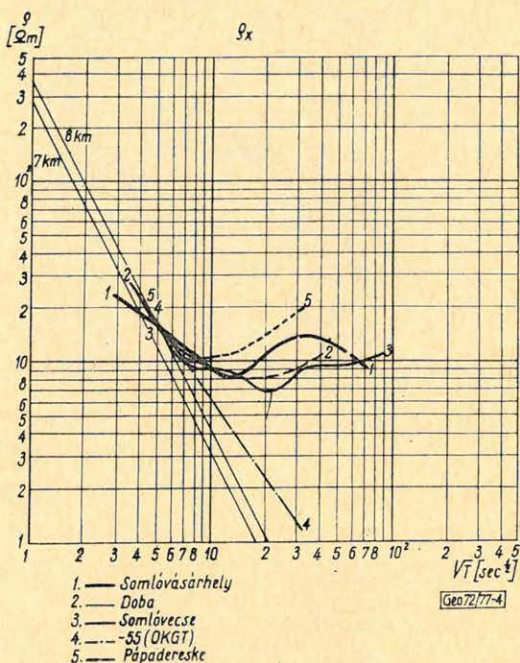
Фиг. 3. Пункты наблюдений по методу МТЗ в районе Шомло (○ – работы Треста нефтяной промышленности (Институт тяжелой промышленности); (●) – 1, 2, 3: работы АН; ВНР) III магматические породы

Fig. 3. Messpunkte der magnetotellurischen Sondierung in der Umgebung von Somló (○: Messungen von OKGT – NME, ● 1, 2, 3: Messungen von der MTA) \* = magnetischer Gestein

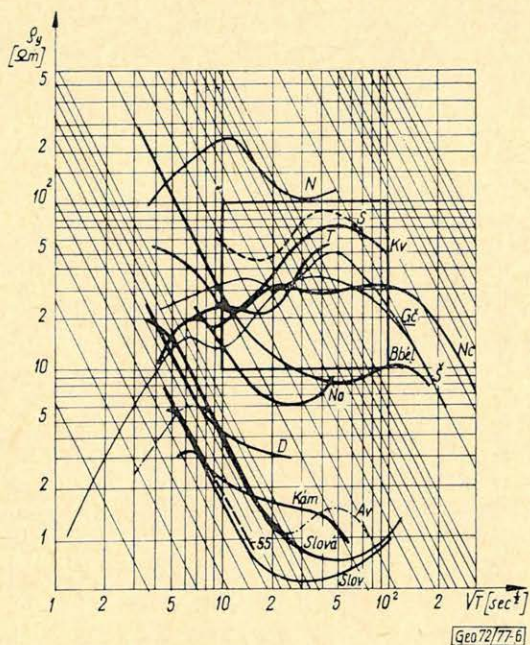
5. ábra. A Dunántúlon és a Duna mellett Szlovákiában (Srobarová és Gabčíkovo) mért  $\rho_x$  szondázási görbék

Фиг. 5. Кривые  $\rho_x$ , полученные в Задунайской области и в прибрежном районе Дуная в Словакии (Сробарова и Габчикова)

Fig. 5.  $\rho_x$ -Sondierungskurven gemessen in Transdanubien und bei der Donau in Slowakien (Srobarová und Gabčíkovo)







6. ábra. A Dunántúlon és a Duna mellett Szlovákiában (Srobarová és Gabčíkovo) mért  $\rho_y$  szondázási görbék

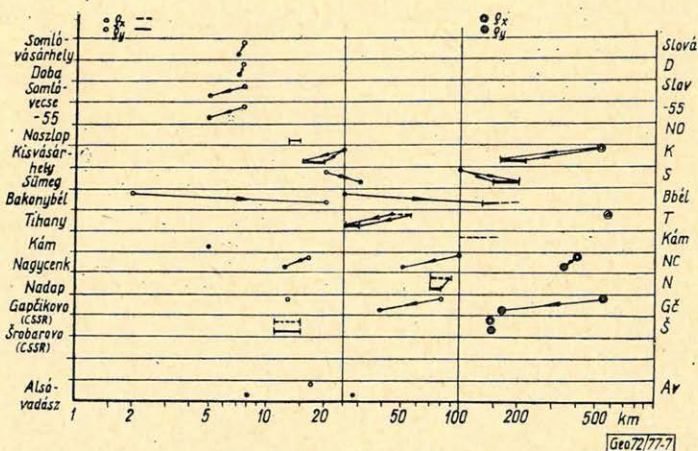
Фиг. 6. Кривые  $\rho_y$ , полученные в Задунайской области и в прибрежном районе Дуная в Словакии (Сробарова и Габчиково)

Fig. 6.  $\rho_x$  — Sondierungskurven gemessen in Transdanubien und bei der Donau in der Slowakei (Srobarová und Gabčíkovo)

7. ábra. A jólvezető réteg mélysége, illetve mélységtartománya a Dunántúlon és Szlovákiában a Duna mentén

Фиг. 7. Глубина, и диапазон глубины залегания хорошо проводящего слоя в Задунайской области и в Словакии вдоль Дуная

Fig. 7. Tiefe, bzw. Tiefengebiet der gut leitenden Schicht in Transdanubien und bei der Donau in der Slowakei



A Dunántúl, valamint Szlovákiában, a Duna közelében mért nagymélységű MTSZ görbék az 5. és 6. ábrán mutatjuk be, külön ábrázolva a  $\rho_x$  és  $\rho_y$  görbék. Ezek több, mint 3 nagyságrendű tartományt fednek be  $0,5$  és  $600 \Omega \text{ m}$  között.

A jólvezető réteg mélysége ugyancsak változik, amint az közvetlenül is leolvasható a  $h$  egyenesek mentén történő csökkenésből  $\left( h^{(\text{km})} = \frac{1}{8} \sqrt{10 T \rho} \right)$ .

A 7. ábra a jólvezető rétegeknek a  $\rho_x$  — és  $\rho_y$  görbe alapján meghatározott mélységeit logaritmusos léptékben mutatja. A két-két mélységérték különbsége a  $MT$  anizotrópia jellegét és egyben a rétegmélység meghatározásának bizonytalanságát is megadja. Két pont kivételével az anizotrópiát a  $h_x > h_y$  jellemzi.

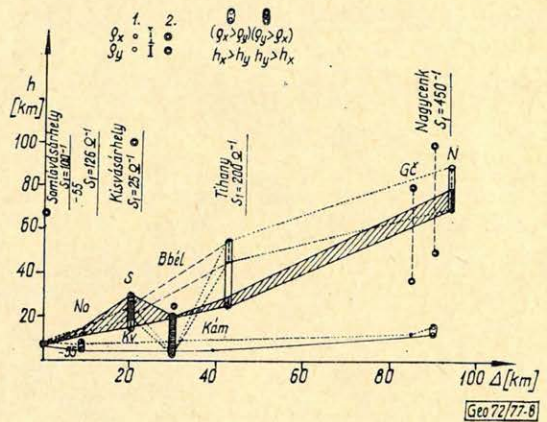


Somlóvásárhely			Doba		Somlóvecse		- 55 (OKGT)		Pápaderecske (OKGT)		réteg
réteg	h(km)		h		h		h		h		
1	0,5	5	1	8	1	6	1	8	1	8	1
2	6,5	500	6,5	1000	6,5	1000	6,5	1000	6,5	1000	2
3	0,12	0,1	0,1	0,1	0,11	0,1	1	0,1	0,08	0,1	3
4	20	12	26	13	3,2	8	26	13	12	12	4
5	40	1000	40	20	67	13	40	20		1000	5
6		0,1		1000	56	16		1000			6
7						1000					7
$S_1-4$ 5 -1	2979		5131,5		10 327		14 131,5		1931,5		

8. ábra. Összefüggés a jólvezető réteg mélysége, illetve mélységtartománya és a mérőpontnak a Somlótól való távolsága között

Фиг. 8. Зависимость глубины, или диапазона глубин хорошо проводящего горизонта от расстояния пункта наблюдения до Шомло

Fig. 8. Zusammenhang zwischen der Tiefe der gut leitenden Schicht, bzw. ihrem Tiefengebiet und der Distanz des Messpunktes vom Somló



Már ennél az ábránál is közelítőleg Somlóvásárhelytől való távolság szerint rendeztük a pontokat egymás alá, a 8. ábrán pedig a  $h$  értékeket (100 km-ig) a távolság függvényében ábrázoltuk.

Úgy látszik – bár az adat még kevés –, hogy a Kisalföldön 100 km mélységig a kéregben és a felső köpenyben is jelentkezik jólvezető réteg. A Kisalföldtől DK-re a Magyar Középhegységben viszont csak egyetlen jólvezető réteg mutatkozik a MTSZ görbéken, a Somlótól távolodva egyre mélyebben.

Figyelmünket a továbbiakban a jólvezető réteg elmélyülésének szenteljük, és megvizsgáljuk eddigi ismereteink szerint annak módszertani hátterét. Kérdés elsősorban az, hogy a vékony üledékekkel borított Magyar Középhegységben nem az  $S$  érték csökkenése okozza-e a  $Q$ -görbék eltolódását és ezzel együtt a jólvezető réteg mélységének látszólagos növekedését? A 8. ábrán feltüntetett  $S_1$  értékek erre egyértelműen választ nem adnak. Így pl. Tihany esetében a felszínközeli üledék  $S$ -értéke ( $S_1$ ) nagyobb, mint bármelyik Somló környéki pontban,  $h$  értéke viszont szintén lényegesen nagyobb. Ennek ellenpéldája lehet Kisvásárhely.



9. ábra. Magyarország tektonikai térképe a magnetotellurikus szondázási pontokkal (14, 15) Tihany (T) és Nadap (N) közé rajzolt körök sugara

$$p = \frac{1}{2\pi} \sqrt{10 \cdot \rho \cdot T}.$$

behatólási mélységnek felel meg

Фиг. 9. Тектоническая карта Венгрии с пунктами наблюдений по МТЗ (1, 15); радиус окружностей, проведенных между Тихань (Т) и Надап (N)

$$p = \frac{1}{2\pi} \sqrt{10 \cdot \rho \cdot T}$$

соответствует глубинности исследования

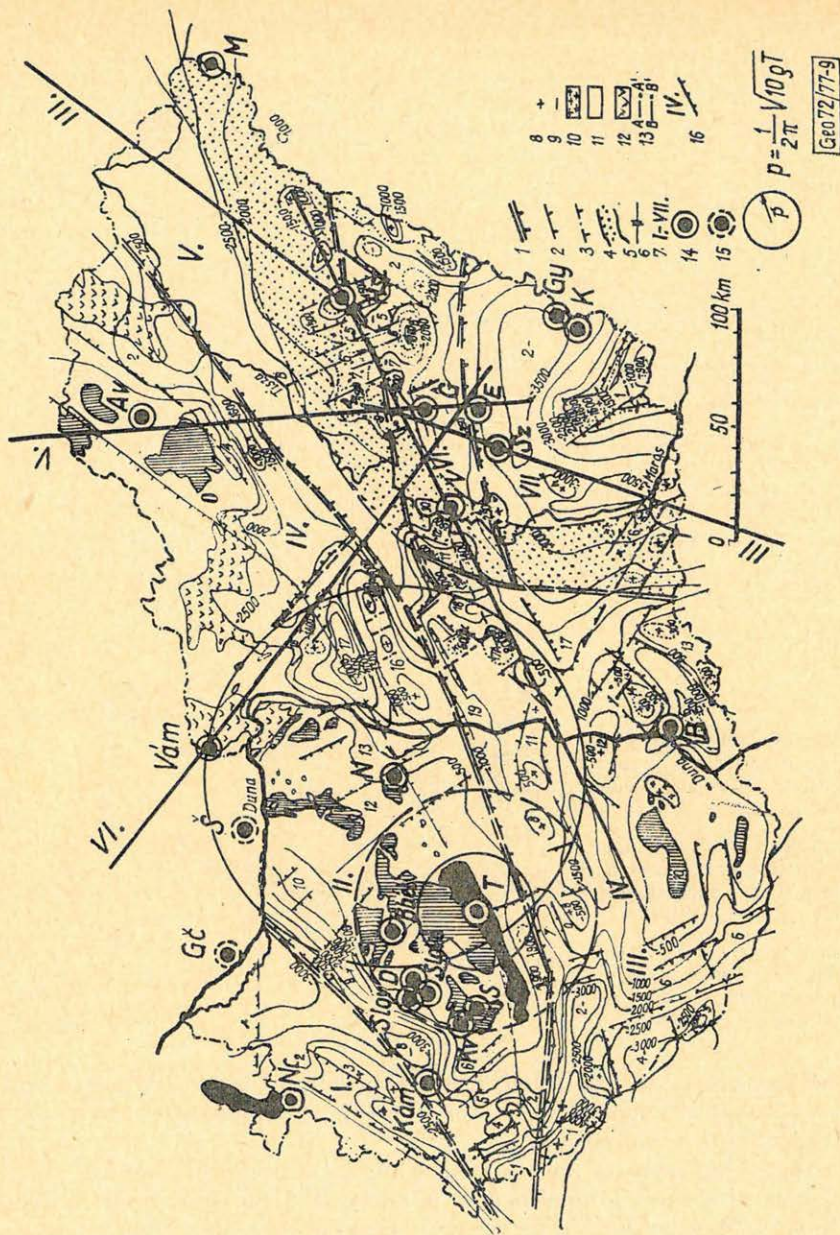


Fig. 9. Tektonische Karte von Ungarn mit den magnetotellurischen Sondierungspunkten (14, 15). Der Radius der um Tihany (T) und Nadap (N) gezeichneten Kreise entspricht der Eindringungstiefe

$$p = \frac{1}{2\pi} \sqrt{10 \cdot \rho \cdot T}$$



Kérdés az, hogy a Somló környéki anomália nem befolyásolja-e a Dunántúlon mért és az említett csehszlovák *MTSZ* görbéket?

Ismeretes az, hogy minél nagyobb az elektromágneses síkhullám hullámhossza, illetve az ezzel arányos behatolási mélység

$$\left[ p^{(km)} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{10} \varrho^{[2m]} T^{(sec)} \right],$$

annál kisebb a *MT* módszer feloldóképessége, mivel a szondázás egyre nagyobb térfogat átlagellenállását adja. Így kevésbé lokalizálható a mérési eredmény.

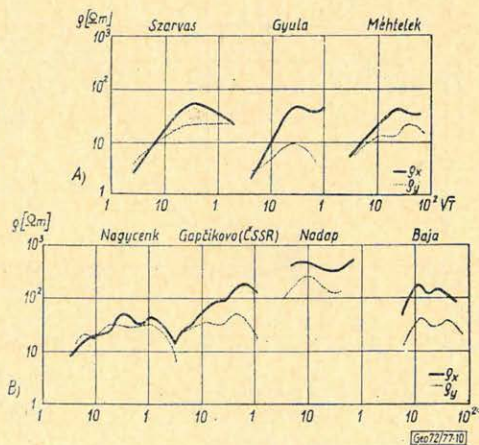
Feltételezhető volna, hogy a Somló környéki jólvezető képződmény oldalirányban befolyásolja a nagyobb távolságban fekvő pontok *MTSZ* görbéit is. A 9. ábrán olyan *p* sugárral rajzoltunk köröket Tihany és a Nadap állomás körül, amelyek megfelelnek a jólvezető réteg jelentkezéséhez tartozó periódus változások behatolási mélységének (ez Tihany esetében a  $\varrho_y$ -görbe maximuma). A tihanyi  $\varrho_x$  – és a nadapi  $\varrho_y$ -görbékéből kapott *p* értékekkel rajzolt körök éppen a Somló környékén mennek át. Bár így nem lehet kizárni a jelzett oldalirányú hatást, tekintetbe véve azonban a *p* sugarú gömbben foglalt hatalmas, több 10 000  $km^3$ -es közettömeget, a jólvezető közet hatása elenyészőnek látszik. Tovább kell azonban vizsgálnunk a módszertani kérdéseket, elsősorban modellkísérletek révén, és csak ezek eredményeinek ismeretében lehet véglegesen a kéregben és a felső köpenyben levő anomáliát a fizikai paraméterek megváltozásaként értelmezni. (Eddigi ismereteink alapján ennek meg van a lehetősége).

A legegyszerűbb megoldást a fentiekre az a feltevés adná, hogy a Somló környékén  $\sim 7$  km mélységben jelentkező képződmény a nagyobb mélységűtől teljesen független (?)

#### A magnetotellurikus anizotrópia okáról

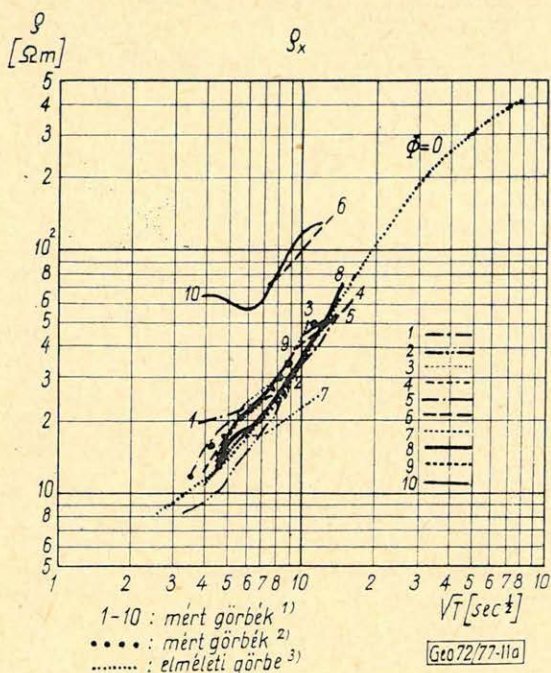
A regionális *MT* anizotrópia alapvető statisztikus sajátossága a Magyar Medencének. Több tanulmányunkban leírtuk (pl. [5]) és értelmeztük többek között a globális tektonika szemszögéből is [6]. A 7., 8. ábrákon is megnyilvánul, de azt a 10. ábrán látható  $\varrho_x$  és  $\varrho_y$  görbepárokkal is alátámasztjuk. — A  $\varrho_x > \varrho_y$  egyenlőtlenség már a pulzációs tartományban is megmutakozhat, a nagyobb periódusoknál azonban uralkodóvá válik.

Rámutatunk már arra is, hogy a  $\varrho_x$ -görbék a Magyar Medencében egy-egy nagyszerkezet területén jobban hasonlítanak egymásra, homogénebbek, mint a  $\varrho_x$ -görbék és így a realisabb információnak valószínűleg ezek a hordozói. Ezt szemlélteti pl. egy NyD-dunántúli kísérleti területen mért 10 *MTSZ* görbe is, amelyek mediánját anizotróp modellel próbáltuk értelmezni (11a–b ábra).



10a–b ábra. „Nagymélységű”  $\varrho_x$  és  $\varrho_y$  görbepárok Magyarországról és Gabčíkovo (CSSR) *Фиг. 10/а–б* Пары кривых  $\varrho_x$  и  $\varrho_y$  „больших глубин” для Венгрии и для Габчиково (ЧССР) *Fig. 10/a–b*  $\varrho_x$  und  $\varrho_y$  Kurvenpaare von „grösser Tiefe” aus Ungarn und Gabčíkovo (CSSR)

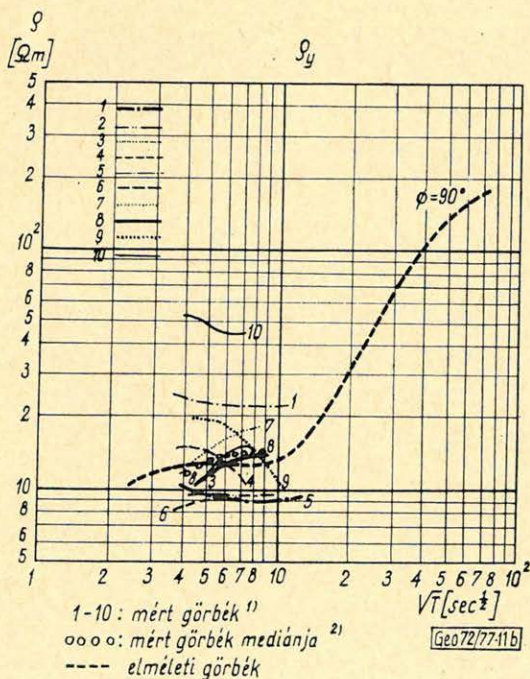




11a ábra. Anizotróp réteggel kiértékelte  $\rho_x$  görbék

Fig. 11/a Кривые  $\rho_x$ , обработанные с учетом анизотропного слоя; 1 – наблюдаемые кривые; 2 – медиан наблюдаемых кривых; 3 – теоретические кривые

Fig. 11/a Mit einer anisotropen Schicht berechnete  $\rho_x$ -Kurven 1. gemessene Kurven; 2. Median der gemessenen Kurven; 3. Theoretische Kurven



11b ábra. Anizotróp réteggel kiértékelte  $\rho_y$  görbék

Fig. 11/b Кривые  $\rho_y$ , интерпретированные с учетом анизотропного слоя; 1 – наблюдаемые кривые; 2 – медиан наблюдаемых кривых; 3 – теоретические кривые

Fig. 11/b Mit einer anisotropischen Schicht berechnete  $\rho_y$ -Kurven 1. gemessene Kurven; 2. Median der gemessenen Kurven; 3. theoretische Kurven



Az *MT*-anizotrópiát vagy elektromos inhomogenitás (földtani szerkezetek), vagy a kőzetek anizotrópiája okozza. A Kárpát-medencében olyan tektonikai alakzatokat próbálunk találni, amelyek létrehozhatják a regionális *MT*-anizotrópiát. Ilyen alakzatok jelentkezhetnek a geológiai-tektonikai térképen, de egyes esetekben mélyebben kell azokat feltételeznünk.

Egyik ilyen lehetőség volna a Magyar Középhegység ÉK – DNy irányú vonulata mentén bekövetkező ún. „*partszegély-hatás*” (áramtorlaszolás). Ebben az esetben a dőlésirányú  $\rho$ -értékek kisebbek, mint a csapásirányban mértek. Ez azonban nem áll fenn.

Második lehetőségként a jólvezető képződményekkel kitöltött törési, vetődési zónákat említjük.

A Magyar Medencében ilyenek a nagyszerkezeti egységeket elválasztó diszlokációs övek, amelyeknek irányában uralkodik a K – Ny-i (KÉK-i, NyDNy-i komponens. *Martos* karszthidrológiai vizsgálatai [7] szerint a „hosszirányú (K – Ny) áramlások sebessége 2 – 3-szor nagyobb, mint a keresztirányú (É – D) áramlásoké”. A keresztirányú törésövek szerepét sem lehet elvitatni a Magyar Medencében – amint az egy-két *MTSZ* görbepáron is kifejezésre jut – azonban a hosszirányúak döntőbb jelentőségűek elektromos szempontból is. *Takács* [8], *Dobrowolskaja* és *Kovtun* [9] kádmoddellje igazít el bennünket ilyen szerkezetek esetében. Ezeknél a modelleknél a *H*-polarizációhoz tartozó impedancia, illetve  $\rho$ -görbe (esetünkben tehát a  $\rho_x$  nagyobb ellenállásértéket ad és ugyanakkor a szerkezeten kívül ez közelíti meg jobban a horizontális feltérnek megfelelő rétegmoddelt.

A Magyar Medencében uralkodó *MT* anizotrópia fentiekben vázolt alapvető okát véljük felfedezni azon tektonikai térképen is, amelyet Csekunov szerkesztett a keleti Kárpátokat is átmetsző hatalmas K – ÉK – Ny – DNy – i csapású ún. Pannon-Volhyn süllýedékről.

Változó mélységű nagyellenállású medencealjzat mellett a medencealjzat csapásával párhuzamos  $\rho$ -görbék adják a helyesebb rétegtani információt. *Reddynek* a Rocky Mountains közelében végzett mérései ennek iskolapéldái [10]. A Magyar Medencében is előfordulhatnak  $\approx$  É – D csapású medencerészek, pl. éppen Somló környékén. Ezért egyeznek itt a  $\rho_y$ -görbékkel számított rétegmélységek jobban, mint azok, amelyeket a  $\rho_x$  görbék alapján kaptunk.

A regionális magnetotellurikus anizotrópia értelmezésére anizotróp modellszámításokat is végeztünk és megkíséreltük a fenti jellegzetességek egy részét anizotróp medencealjzattal megmagyarázni. Kiindulásul a  $\rho_x$  és  $\rho_y$ -görbék baloldali emelkedő ágának iránytangens-különbsége szolgált. Megállapítottuk, hogy ennek létrehozásához többször tíz *km*-es vastagságú anizotróp közeg szükséges, amelynek anizotrópia-tényezője  $\lambda > 4.5$ . Ez nagyobb, mint a palás szeknek közismerten nagy  $\lambda$ -ja, amely csak jelentős mechanikai igénybevétel mellett jöhet létre.

Még további földtani megfontolás szükséges annak eldöntéséhez, hogy az anizotróp modellnek ilyen feltételek mellett van-e reális földtani tartalma. A párhuzamosan eltolt és a felső köpeny jólvezető alsó részét reprezentáló jobboldali csökkenő ágban sem egyesülő  $\rho_x$  és  $\rho_y$  görbepárok (l. pl. a bajai görbéket) is arra utalnak, hogy jelentősebb szerepet kell tulajdonítaniunk a *MT*-anizotrópia kialakításában a horizontális inhomogenitásoknak.

Az erősebben különböző  $\rho_x$  és  $\rho_y$  görbepárokat, pl. az említett 10 DNy-dunántúli *MTSZ* görbe mediánját, megkíséreltük vékony, nagyon jólvezető anizotróp réteggel értelmezni. Ennek lehetősége megvan, amint azt a 11/a és



11/b ábrán mért görbék közé rajzolt elméleti görbék illeszkedése mutatja az anizotropia két főtengelyének irányában [11].

Az anizotróp réteg vastagsága  $h = 0,75 \text{ m}$ ,  $\sigma_1 = 200$ ,  $\sigma_2 = 1000 \Omega^{-1} \text{ m}^{-1}$ .

A magnetotellurikus kutatás tárgyalta két kérdés komplexuma még sok kvalitatív vonással rendelkezik. Szükségesnek tartjuk mindkét anyag céltudatos gyarapítását, valamint matematikailag nehezen megközelíthető problémák megoldása végett a kismodellvizsgálatok fokozását.

## IRODALOM

- [1] *Ádám A. – Verő J.*: A magyarországi elektromágneses mérések újabb eredményei. Geofizikai Közlemények, 16 (1967), 25 – 52.
- [2] *Ádám A.*: A paleozoós grafitos képződmények meghatározása magnetotellurikus módszerrel elektromos árnyékoló rétegek alatt a Magyar Medencében és néhány genetikai következtetés. MTA X. Oszt. Közl. 4 (1971), 297 – 308.
- [3] Kísérleti magnetotellurikus szondázások a Dunántúlon. MTA Geod. és Geof. Kut. Intézet Jelentése az ELGI részére (Kézirat).
- [4] *Lantos M. – Nagy Z.*: Újabb adatok a Kisalföld mélyszerkezetéről. Földtani Kutatás XIII. (1970). 53 – 56.
- [5] *Ádám A.*: Appearance of the electrical inhomogeneity and anisotropy in the results of the complex electrical exploration of the Carpathian Basin. Acta Geod. Geoph. Mont. Hung. 4 (1969). 187 – 197.
- [6] *Stegena L. – Horváth F. – Ádám A.*: Spreading Investigated by Magnetotelluric Anisotropy Nature 231 Jun. 18. (1971.) 442 – 443.
- [7] *Martos F.*: Kőzetmozgások és áramlások bányászati műveletek hatására. MTA X. Oszt. Közl. 3 (1970). 195 – 209.
- [8] *Takács E.*: Orientation of magnetotelluric impedance ellipses. Acta Geod. Geoph. Mont. Hung. 4 (1969), 415 – 423.
- [9] *Dobrowolskaja. A. – Kovtun A. A.*: Modellierung natürlicher elektromagnetischer Felder in horizontal inhomogenen Medien. Vortrag in Leningrad. 18 – 20. Nov. 1970.
- [10] *Reddy I. K.*: Magnetotelluric sounding in Central Alberta. Thesis Edmonton, Alberta. 1970.
- [11] Magnetotellurikus szondázások adatfeldolgozása és kiértékelése (Módszerfejlesztés). MTA Geod. és Geof. Kut. Int. Jelentése az OKGT részére (Kézirat).

## EGYESÜLETI HÍREK

### *Első bejelentés*

A Szeizmológiai és Föld – Belső – Fizikai Nemzetközi Asszociáció (IASPEI) 18. közgyűlését 1973. augusztus 20 – 31 között tartja Limában, Peruban.

Mihelyt a szervezés részletei ismeretesebbek lesznek, ezen folyóiraton keresztül közölni fogjuk azokat. Érdeklődők információt kérhetnek:

J. Cl. De Bremaecker-től,  
a IASPEI főtítkárától,  
Department of Geology, Rice University,  
Houston, Texas, 77001, USA

*T. G.*



## СОДЕРЖАНИЕ

Исследования И. Рибара, направленные на сокращение времени демпфирования вариометров Этвеша, выяснение надежности их работы и на препарировку крутильных нитей .....	129
Гёңц Г. – Кешмарки И.: Разработка операторов интерполяции по первому абсолютному моменту погрешности .....	142
Чано Ц. – Вегеш И.: Описание ЭВМ типа Тайопс – 880 А .....	148
Зилахи-Шебеш Л.: ЭВМ типа Минск – 32 в Геофизическом институте .....	157
Варга Дь.: Описание ЭВМ типа СДС .....	161
Верё Й.: Описание ЭВМ типа HP 2114B .....	164
Мешко А.: Описание ЭВМ, применяющихся Геофизической кафедрой .....	167
Конференция по электронным вычислительным машинам .....	171
Форман Я. – Лантош М. – Надь З.: Изучение строения впадины в районе Ханшар с использованием магнитотеллурического метода .....	175
Фабяничч Л. – Лантош М.: Наземная электроразведочная съемка на месторождении базальтов Ужабанья .....	180
Вейн Дь.: Схема геологического строения донеогенового основания Малой Венгерской низменности .....	187
Адам А.: Вопросы интерпретации кривых МТЗ, полученных на территории Венгерской впадины .....	198
Новости в Обществе Венгерских Геофизиков .....	156, 208
Обзор журналов .....	141, 147, 160, 166, 174, 179, 186

## INHALTSVERZEICHNIS

I. Rybár Die Untersuchungen betreffend die Probleme der Herabsetzung der Dämpfungszeit der Eötvöschens Drehwaage, die Zuverlässigkeit des Apparats, sowie Probleme der Vorbereitung der Torsionsfäden .....	129
G. Göncz – I. Késmárky: Planung eines Interpolationsoperators auf Grund des ersten absoluten Momentums des Fehlers .....	142
J. Csapó – I. Véges: Besprechung des digitalen seismischen Rechenzentrums TIOPS – 880 А, das im Geophysikalischen Betrieb des OKGT eingesetzt wurde .....	148
L. Zilahy – Sebess: Die Rechenmaschine MINSZK – 32, die im Geophysikalischen Institut Roland Eötvös eingesetzt wurde .....	157
Gy. Varga: Die Rechenmaschine CDC und die mit ihrer Hilfe durchgeführten geophysikalischen Berechnungen .....	161
J. Verő: Die Rechenmaschine HP 2114B und die mit ihrer Hilfe durchgeführten Berechnungen .....	164
A. Meskő: Besprechung der bei der Geophysikalischen Lehrkanzel der Universität Roland Eötvös angewandten Rechenmaschinen und der mit Hilfe dieser durchgeführten Untersuchungen .....	167
Anwendung von Rechenmaschinen für geophysikalische Arbeiten in Ungarn; Beiträge von A. Ádám, J. Gálfi, J. Laczkovics .....	171
Frau J. Formán – M. Lantos – Z. Nagy: Untersuchung der Beckenstruktur mit magnetotellurischen Messungen im Hanság .....	175
L. Fabiáncsics – Frau M. Lantos: Oberflächengeophysikalische Untersuchungen am Basaltvorkommen von Uzsabánya .....	180
Gy. Wein: Strukturgeologische Skizze des vorneogenen Grundgebirges der Kleinen Tiefebene .....	187
A. Ádám: Interpretationsfragen der im Ungarischen Becken gemessenen magnetotellurischen Sondierungskurven .....	198
Nachrichten der Gesellschaft .....	156, 208
Rezensionen und Presseschau .....	141, 147, 160, 166, 174, 179, 186



